APR 5 1951
LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

北海道大學
水產學部研究彙報

第一卷　第一號

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

VoL. 1,　No. 1.

北海道大學水產學部（函館）發行

Hakodate, Japan.

昭和25年12月

December, 1950.

目　次

サケの魚群と體節の數について（豫報）……久保達郎（1）

日本、南氷洋間表面觀測の一資料……田村正（12）／杉浦次郎

貝類棲息地の環境條件に關する研究
第1報　函館港について……谷田專治／加藤健司／奥田泰造（18）

水產動物肉蛋白質の變性に關する研究
第1報　水溶性蛋白質の熱凝固について……高木光造（28）

海藻に關する化學的研究
第1報　アナアヲサの蛋白質に關する研究……高木光造（35）

グリコーゲンの各種方法による定量について……元廣輝重（44）

連測値の整理について（I）……平岩節（51）

サケの魚群と体節の數について（豫報）

久保達郎　（淡水増殖學教室）

A PRELIMINARY REPORT OF THE STUDY ON THE GROUPS OF ONCORHYNCHUS KETA (WALBAUM) (DOG SALMON) AND THE NUMBERS OF THEIR SEGMENTS.

Tatsurō KUBO

(Faculty of Fisheries. Hokkaidō University.)

For the racial investigation of the *Oncorhynchus keta* (Walbaum) (dog-salmon, akiaji or akizake), the author has been studying the correlations between environmental conditions, particularly that of water temperature during some sensitive developmental period, and the numbers of vertebrae, lateral line scales and the other segmentally arranged structures in fishes. The measurements and counts were carried on with the samples of three different groups in the Ishikari River, and a series of experiments was conducted, in which the eggs spawned from a pair of male and female salmon were placed two environments of different temperatures.

The observational and experimental results indicate that between the Chitose River group and the main river group or the Toyohira R. group, the differences of the numbers of the segments of adult salmon are considered significant, and that, between these two gronps of fry from the same parent, the lower temperature group has more vertebrae than the higher temperature group (Level of significance = 0.001-0.05).

And actually, distinct differences in the water temperatures of the developmental period of the salmon fry are to be noticed in those three rivers.

Therefore it is presumable that each river group of salmon in the whole system of the Ishikari River consists of different population.

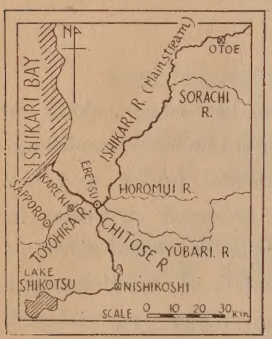
1　緒　　言

魚類の分類及び種族系統の研究に於て魚體の分節的構造即ち體節構成（以下本文中單に體節と略稱する）の數が重要な問題として取扱われて來たのは衆知の事柄である。脊椎骨數、及び夫に準ずるものとしてウロコの數、ヒレの軟條、棘條、鰓耙、鰓條の數及び幽門垂等の數が其の基準として用いられている。しかも一般には之等の體節數は魚種及び魚群、及び系統の遺傳的特性を示すものとして考えられて來たのであるが、しかし同一の魚群に於ても初期發生の時期の環境水溫の高低により體節數に變異を生ずる事があると言う事は、Hubbs (1922, 1926) 其の他に依つて報告されている。之に關しては筆者 (1949) は別報文に於て注意した所である。最近の例では畑中等 (1950) が三陸沿岸のイカナゴの魚群を脊椎骨數に依つて論じている。從つて魚群及び系統の比較に方つては其の語の定義を

明確にすると共に、其の環境要因の如何に注意せねばならぬ。筆者が玆で用いる魚群の意味は一般に用いる所のものよりも稍せまい意味のもので、泝上河川を單位とするいわゆる Population であり、系統とは夫よりも一段大きいもの、例えば廻游海區を單位とする Population を指している。以上の觀點より、同一系統の Population に屬しているものでありながら成育環境の異るために外面的な體節の數の差のある幾つもの小さな Population 即ち Group の存在（場合に依つては何世代にも繼續して）を想像する事が出來る。

筆者は昭和20年以來のサケ生態調査の過程に於て、各河川の魚群に於て側線部のウロコの數に特徴の有る事、特に同一の石狩川水系であり乍ら千歳川西越に於て捕獲されたサケ親魚と、本流晉江に於て捕獲されたサケ親魚とが一見して判る程度にウロコの數に差のある事に氣がつき、其の各々の發生環境と照し合わせて考えてサケの廻游、廻歸の研究の手掛の一つに興味ある問題として拾い上げて見た。

Fig. 1. Ishikari River.



本文を草するに方り、研究の機を與えられた北海道水產孵化場長木村鎚郎氏、種々御教示下さつた同場調査課長佐野誠三氏、元調査課長山本喜一郎氏、企畫課長三原健夫氏、及び調査課江口弘氏、本學部渡邊宗重、佐藤信一兩教授、材料の測定に協力をされた元孵化場員濱島清正、伊藤繁の兩氏及び函館水產專門學校學生井上聰君、材料の整理に御便宜を與えられた東幸吉氏、廣重榮太郎氏、又試驗卵及稚魚の管理育成に並々ならぬ御手數を煩した前渡島支場（孵化場）長水戸部勝次氏、同場原茂氏、池原敬氏、森誠一氏、元知內事業場主任松本千代作氏及び蜂谷俊雄氏、內藤知孝氏に厚く感謝の意を表する。

2　材料及び方法

Table 1.　The list of the sampl s used in this study.

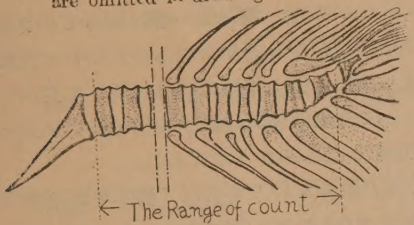
Locality	Date	Number of individuals
Nishikoshi, Chitose R.	Jan. 21 - 23, 1946	61
do	Oct. 4—16, 1946	131
do	Oct. 26, 1948	34
do	Oct. 15, 1949	29
do	Oct., 1949	20
Otoe, main river	Sept. 26 - Oct. 10, 1946	77
do	Oct. 13, 1949	35
Kareki, Toyohira R.	Oct. 24, 1949	46
do	Oct., 1949	20

本編に於て取扱つた材料は別途に進められているサケ生態調査の爲に採集測定された資料の中より適宜取り出して用いた。親魚の計測資料は昭和20年以降の千歳川、石狩川本流、豊平川泝上のものについて第1表の示す標本を用い、實驗的觀察の材料としては昭和23年12月13日北海道水產孵化場渡島支場（八雲町）に於ける採卵に由る稚魚、昭和24年12月14日同上に於ける採卵に由る稚魚及び昭和24年11月30日北海道水產卵化場知內事業場に於て採卵したものに由る稚魚を用いた。しかし昭和24年度のものは冷水溫環境のものは孵化用水凍結及病害の爲全部死滅し（孵出前）完全な材料とはならなかつた。

玆で考察の對稱とする體節は側線部のウロコ（Scale of lateral line 以下假に L. l. s. と略稱）、脊椎骨（Vertebra 以下假に Verte. と畧稱）及び鰓條（Branchiostegal）の三者に止め他の部位に關しては機會を改めて論ずる。

L. l. s. の計測の基準は佐野、久保（1947）の鮭生態調査に關する報告に示す通りで、孔のあるウ

Fig 2 Vertebrae of salmon fry. The spines of the fore part and the middle part are omitted in drawing.



ロコは全て L.l.s. として算えた。又 Verte の計測は第2圖の通り頭骨の後端に接するものより始めて、尾中骨（Urostyle）を除いて算えた。實驗卵の管理は高水溫區の一部は實驗室内の簡單な恒溫裝置を用いて略々10°Cの邊を上下する用水中に收容した。其の裝置は木桶に水を充し、銅罐入の電球及びガスバーナー（之は停電の場合にのみ使用）を以て用水を暖め、更に水道水を動力としてプロペラ付の小型水車を回轉して用水をかき混ぜ水溫の均一と酸素の補給を計つたものである。しかし之は第3圖の No. 3 に見る通り恒溫の保持と言う點では稍々不完全なものである。高水溫區の他のものは湧水を孵化用水とする孵化槽に收容した。之は比較的溫度の變動が小さい故、委托した場合でも好適の方法である。又冷水溫區のものは河川水を用水とする孵化槽に收容した。之は用水凍結の危險はあるが天然の狀態に於ける發生環境を見る事が出來る。之等の實施經過は後揭の第8表及び第3圖に表示した。

3 材料の吟味

本章の記述は又觀察の結果ともなるのであるが、各區域の標本として用うべき數量をなるべく多量にするため、又豫期せぬ誤差の混合する事を防ぐために、同一河川群について雌雄の別、年級、年令の別に依つて、又體の大いさに依つて體節の數に有意差を示すか否かを吟味した。

1. 性別に依る差異があるか否か

昭和21年9月～10月石狩川晉江に於て捕れた材料の中、3年魚（明けの年令；以下同樣）の雌14尾より求めた L.l.s. の數の母平均の信賴限界（$\alpha=0.01$；但しαは危險率）は 136.78～140.64 であり、雄20尾より求めた夫は 135.65～139.85 となり平均値の差の檢定を行うまでもなく兩群が同一母集團に含まれるものである事が想像され、强いて差異を言う爲には相當大きな危險率をおかさなければならぬ。又昭和21年10月千歲川西越に於て捕れた材料の4年魚について其の L.l.s. を見ると、母平均の信賴限界（$\alpha=0.01$）は雌43尾によるものは 132.58～134.49, 雄32尾によるものは 130.33～133.67 であつて、前の例と略々同一の事が言える。試に河川を更えて材料を昭和21年12月知內川で捕れた4年魚について見ると其の母平均の信賴限界（$\alpha=0.01$）は雌59尾の夫は 137.05～139.5、雄15尾の夫は 136.81～140.79 であつて、之亦見かけの上の雌雄の差は考えられぬ。

以上の例より考えて、同一河川群に關しては雌雄の間に L.l.s. の數の有意的の差はないと見做して差支ない。

2. 年級の別に依る差異があるか否か

昭和21年9月～10月石狩川晉江の材料の中の3年魚（雌雄混合）34尾の母平均信賴限界（$\alpha=0.01$）は 136.78～139.86 であり、昭和24年10月千歲川西越の3年魚（雌雄混合）35尾の夫は 138.07～140.62 で、兩者の限界は大體重つていて、前項の例と同樣强いて平均値の差の檢定を行わなくても兩群即ち昭和19年級群（昭和19年春發生して昭和21年に3年魚として浙上した群）と昭和22年級群（昭和22年春發生）とが L.l.s. の數に關して同一母集團に屬すると言う事が認められる。詳細は略するが千歲川の群に關しても略同樣の結果が認められる。從つて L.l.s. の數は年級を異にしても同一河川群に於ては有意的の差を生じないと考えられる。

3. 年令の別に依る差異があるか否か

昭和21年石狩川本流音江の材料の中の4年魚（雌雄混合）27尾の母平均信頼限界（$\alpha=0.01$）は136.73～140.91、同年同處の3年魚（雌雄混合）34尾の夫は136.78～139.86で、兩者殆んど重なり、平均値の差の檢定を行うまでもなく、3年魚4年魚の間の L. l. s. の數の差のない事は極めて小さい危險率を以て言い得る事が想像される。（勿論此の場合、同年級群の中の別年令のものについて比較するのが正しいのであるが、丁度材料が少く、又前項の吟味の結果に依り年級の別は無視して良いので同年度の 3, 4 年魚について比較した）更に $\alpha=0.05$ としても兩年令群の母平均信頼限界は夫々137.19～139.47 及び 137.28～140.36 であつて、其の間に有意的な差異ありとは言えぬ。

念のために兩群の間に有意的の差ありと假定して平均値の差の檢定を行うならば（標本平均は夫々138.82及び138.32、標本分散は夫々 3.9^2 及び 3.3^2）其の危險率は0.5を越す程である。從つて、例は少いが L. l. s. の數は同一河川群に於ては年令の差に依つて差異を生ずる事はないと考えられる。

4. 體の大いさに依る差異があるか否か

體の大いさと L. l. s. の數とは果して無關係であるか。之を吟味するために胴長と L. l. s. の數との相關關係を考察する。第2表は昭和21年9～10月石狩川本流音江の材料について其の關系を示したものである。

Table 2. Correlation table for the relation between body proper length and number of lateral line scales in salmon.

Body proper length cm	Scale number 133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	Total
30—31							1										1
32—33																	
34—35	1	1	1		1		1			1							6
36—37		1		1		2	1				2						7
38—39		1	3	2	2	2		1			1						12
40—41			1	1	1	1	1	2									7
42—43			2	2		2	1	1		1						1	10
44—45	1	1		1			2	3	1				1				10
46—47	1		1			2	1		1	1	1	1	2				11
48—49	1						1										2
50—51	1			1		1	2		1			1					7
52—53																	
54—55																	
56—57										1							1
58—59					1	1											2
Total	5	4	8	8	5	11	11	7	3	4	4	2	3			1	76

Correlation coefficient in sample = 0.1465

一見して殆んど無相關の様であるが、其の相關係數は 0.1465 であり、極めて僅少の程度の相關がある様で、之を分散比 F の分布表(いわゆる Snedecor の F)に依つて檢定して見ると、母相關係數＝0 と假定した時、標本相關係數と母相關係數との間に有意的の差を考えるためには其の危險率は 0.05 よりも大きく見なければならぬので、是に於ては胴長と L. l. s. の數との相關を無視して差支ないと言える。

Table 3. Relation between total length and number of vertebrae in salmon fry.

A.		B.	
Total length, cm	Number of vertebrae	Total length, cm	Number of vertebrae
4.4	68	7.3	67
4.6	69	7.4	66
4.7	66	7.5	68
4.7	67	7.8	67
4.7	69	8.3	68
4.9	67	8.4	67
5.0	67	8.7	67
5.1	67	9.1	67
5.1	66	9.9	68
5.1	67	10.5	67
5.2	68	11.0	67
5.3	67	11.4	67
5.3	67		
5.4	67		
5.4	66		
5.5	67		
5.5	67		
5.5	70		
5.6	66		
5.6	68		
5.7	68		
5.8	69		
5.9	67		
5.9	68		
6.0	66		
6.0	67		
6.0	70		

上記の 4 項目の吟味の内容を綜合して言い得る事は、L. l. s. の數の比較に際しては魚群の特性を示すものとして用いるとすれば、ことさらに正確を期待して性、年級、年令、體の大いさ等の區分をする事は勞多くして功少いものと言うべく全體の分を混合して取扱つても差支ないと言う事が出來る。Van Oosten (1929) は Huron 湖の Lake herring の成長の研究に於て其の L. l. s. の數は同一魚群に於ては性、年級、年令等の別に依り考慮すべき變異を有せぬが、體の大いさに依る變異の存在する事を認め、之の原因はウロコの源基の形成の時代の體の大いさの如何にあるものとしている。しかしサケについて之を考える場合、本文中の後述の實驗の主題である所の、環境の如何が體節數に與える干涉の問題ともなるので、今是で抽象的論議をする事は避けて今後の實驗に依り客觀的例證を求める事とし、前述の吟味に基いて論を進めよう。

Verte. に關しても亦同樣の吟味をする事は必要であるが、性、年令、年級等の別に關して多數の親魚について比較する事は實際上困難であり、取あえず稚魚について觀察の可能な全長と Verte. の數との關係を吟味し他の區分との關係は後の機會にゆづる事とする。其の結果は第 3 表に示す所で、A は昭和 24 年 6 月 1 日に渡島支場養魚池に於ける無選擇の標本であり、B は後記の實驗 No. 3 の高水溫區の標本で同一の親魚に由來するもの

Table 4. No correlation between total length and number of vertebrae in salmon fry.
Ex. shows the expected frequency distribution in assumption of no correlation.

(1)

A			
T. l. \ Number of vertebrae	66—68	69—70	Total
54 — 60 cm	11	3	14
44 — 53	11	2	13
Total	22	5	27

B		C		Ex.	
10	4	9	5	11.4	2.6
12	1	13	0	10.6	2.4

(2)

A			
T. l. \ Number of vertebrae	66—67	68—70	Total
54 — 60 cm	8	6	14
44 — 53	9	4	13
Total	17	10	27

B		C		D		E		Ex.	
7	7	6	8	5	9	4	10	8.8	5.2
10	3	11	2	12	1	13	0	8.2	4.8

T. l. indicates total length.

Table 5. Frequency distribution of scales in lateral line of the salmon in Ishikari River (the samples employed without distinct of the year classes, the years of age and the sexes).

Group	Number of scales																									Confidence limit of population mean ($\alpha = 0.01$)	Number of individuals
	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148		
Chitose R. group	1	1	2	4	13	10	21	18	33	45	33	37	22	6	2	4	1	1		1						132.4—133.32	255
Main river group										5	5	8	12	10	14	18	10	5	8	7	3	5		1	1	137.98—139.61	112
Toyohira R. group									2	2	4	6	6	5	7	6	1	1	2	1		2	1			136.44—138.4	46

即ち同胞であり、昭和25年9月3日固定のものである。相關係數を計算する程の個體數がないので、其のまま一表として眺めても大凡の所全長と Verte. の數との無相關の見當はつくのであるが、念のため四分表の度數分布に表はして標本百分率の檢定をする、(R. A. Fisher の直接確率計算法に依る) 今第3表より第4表 (1) を作り、全長と Verte. の數は互に獨立に變異するものと假定して表中のA及びB, Cの様な度數分布の偶然に出現する確率を計算すれば 0.533 となる。之は言い換えれば全長と Verte.の數の間に相關があるとした時の危險率となる。但し此の場合系列の大小の區分に偏りが甚しければうまくないので、Verte. の數の大小の區分を 66 以下と 67 以上とに分けて度數分布を作れば、組合せの順序は變るが結果は第4表(1)と同じである。又大小の區分を 67 以下と 68 以上とに分けると、其の度數分布及び夫以外に期待度數分布より偏する組合せは第4表(2)の通りで、之の確率の和を前と同様に計算すると 0.432 となり、有意水準を越える事極めて大きく、結局全長と Verte. の數は各々獨立に變異すると言う假定は認められるわけである。第3表Bに關しては數も少く且吟味を要するまでもなく全長と Verte. の數との間の無相關が推測出來る故に計算は省略する。何れにしても L. l. s. の數よりも變異の幅のせまい Verte の數は體の大いさと無關係に變異する事は相當の强さを以て言い得る事である。

4 觀察の結果及び考察

1. Lateral line scal:

扨て本論に入つて、石狩川本流、千歲川豐平川三河川のサケ魚群の間に於て如何なる關係にあるかわ、前章の吟味に於て一寸觸れた所であるが、更に明白にするために夫等の關係を第5表に一括して見る。度數分布其のもの及び母平均値の信賴限界を一見して判る通り千歲川の群の L. l. s. の數は他の二群に比べて斷然少なく當然別箇の母集團に屬すべき事が考えられるが、更に平均値の差の檢定を行えば其の間の有意差のあるべき危險率は 0.001 よりもはるかに小さくなる。しかし今の所本流群と豐平川群との間には特別の差異は認め得ない。

2. Vertebra:

昭和24年10月千歲川群の親魚 (塩藏) 20尾 (雌雄年令混合)、同豐平川のもの20尾 (雌雄年令混合) の Vertebra を計測した結果は第6表の通りである。即ち兩者の分布の中心はかなりずれている。今母平均の信賴限界を比較して見ると、危險率0.01に於ては千歲川群の限界の上限と豐平川群の夫の下限と

Table 6. Frequency distribution of vertebrae of the salmon in Ishkari River.

Group	Number of vertebrae								Number of individuals
	64	65	66	67	68	69	Confidence limit of population mean a=0.01	Confidence limit of population mean a=0.02	
Chitose R. group	1	9	7	3			64.4 — 65.75	64.53 — 65.67	20
Toyohira R. group		5	7	6	1	1	65.64 — 66.96	65.69 — 66.91	20

は少しく重なり、見かけの上での有意的の差は考えられるぬが、危險率を 0.02 として比較する時は兩者の重る所はなく、一見して其の間に差異の有る事が考えられる。更に平均値の差の檢定を行う時は有意的の差を認めるための危險率は 0.001 よりも小さくなる（兩者の標本平均は夫々 66.1 及び 66.3 又標本分散は夫々 1.01^2 及び 1.07^2）L. l. s. の場合に比べて見かけの上の差異は少し小さいが、其の危險率が有意水準をはるかに下回る所を見ると、兩者の母集團の別箇である事は相當の强みを以て言える事であろう。今後更に材料の數を增し、且本流音江の標本についても比較すれば面白い結果が得られよう。

3. Branchiostegal：

昭和 24 年 10 月の千歲川の群と同豐平川群との鰓條について比較した結果を第 7 表に示す。

Table 7. Frequency distribution of branchiostegals of the salmon in Ishkari River.

Group	Number of branchiostegal				Confidence limit of population mean (a=0.01)	Number of individuals
	12	13	14	15		
Chitose R. group	11	14	5		12.53 — 13.06	30
Main river group	1	4	6	1	13.07 — 14.09	12

其の Range は極めてせまいが、兩者の母平均の信賴限界は 0.05 の危險率に於ては重なる所がない。平均値の差の檢定を行うと、有意的の差を假定した時の危險率は 0.001 よりも小さい所にあり、結果は L. l. s. 及び Verte. と同樣の事が言える。即ち鰓條に關しては千歲川群と本流群との母集團は夫々別箇である。しかし是では個體數が一寸少いので更に多數の材料を求めて比較して見る事が必要である。

以上の結果をまとめて考察して見ると表面的には三河川の淀上魚群が體節の數の差に依つて區分する事が出來る。特に千歲川群は L. l. s., Varte. 及び Branchiostegal の數に於て本流群又は豐平川群よりも少い事が判る。本流群、豐平川群の間の差異の認められぬのは或は偶然の一致であるかも知れぬ。即ち之等の異同が前述の通り魚群以上の大きなものを表わすか否かは直ちに判定しかねる。

そこで三河川群の各々の發生環境を考えて見ると、千歲川は平年嚴寒と雖も其の水溫 3°C の邊を下らず、しかも淀上魚の大部分は人工採卵に供され、8°C 內外の水中で發生孵化するもので、天然產卵と言うものは西越捕獲場より下流のもの及び漁川に淀上したものの一部で、其の數は西越に於て捕られるものに比すると極めて少い。又漁川に於て人工採卵されたものは千歲支場の孵化室へ收容される故、千歲川水系のサケの卵、稚魚は全てが比較的（普通の河川水の冷却されるのに對して）暖い環境中で發生するものと見なし得る。

之に比して本流及び豐平川の群は大部分は天然產卵に終るもので（但し昭和24年春より本流には新設の音江事業場に於て湧水を用水として孵化した稚魚の放流を始めている。又豐平川には最近數ヶ年

に於て本場の孵化室に於て孵出した稚魚を放流した事があるが、其の數極めて少く、且用水溫は期間中0°C近く低下し天然の河川に於けると同一の環境である）其の産卵初期の10月中旬の10°C内外の水溫は11月に入ると共に急激に低下、初旬5°C内外、下旬2°C内外で嚴冬の候には過冷却に至る事もある。從つて本流群、豐平川群の卵、稚魚は比較的低溫の環境中に發生するわけである。之等の各河川のサケ稚魚が春期降海して大群團を形成して遠洋に泅游し、數ケ年後成熟して泅歸泝上する場合に若し特別の選擇能力を有せぬとすれば、各河川の群は大きな石狩川泝上群としての一部分が偶然に千歲川や豐平川に分れて泝上しているにすぎず、もしそうであれば、魚體の計測の結果は L. l. s. や Verte. の數に有意的の差の生ずる事はない筈である。しかし實際はしからず、前記の通りであつて、しかも各河川の發生環境としての水溫の差と照し合わせて考え、もし環境水溫の差に依つて體節の數に差を生ずる事が實驗的に證明されるならば、各河川の魚群は海より河口に入る時のみでなく、本流支流の分岐點に於てもよく母川を選擇するものであると考え得る。尙石狩川水系の本流支流の關係は第1圖に示す通りで、問題となる三河川の合流點は比較的近接している。各河川の水質に關するまとまつた資料は未だ得られないが、一二の例に依ると ph 有機物の種類及量が河川に依つて多少差異がある樣である。

5　孵化飼育實驗の結果

上述した水溫の差に依る體節數の變異の實態を知るために第8表に示す實驗を行つた。

Table 8. Outline of the hatching experiments

Exp. No.	Fertelization		Development and incubation					
			Higher temperature environment			Lower temperature environme t		
	Date	Locality	Locality	Water temp.	Date of hatching	Locality	Water temp.	Date of hatching
1	Dec. 13, 1948	Yurappu R. Yakumo	Oshima Branch Hatchery Seiyobetsu	ca. 6.5—7.5°C	Feb. 23, 1949 (74days)	Shiriuchi Hatchery	ca. 0.0—5.0°C	APril 27, 1949 (135days)
2	Dec. 14, 1949	do	The temporary hatching house in Yakumo shrine	ca. 9.5—11.0°C	Feb. 3, 1950 (54days)	The hatching house of the Hakodate College of Fisheries in Nanae	ca. 1.0—5.0 C	※ April 13, 1950 (120days)
3	Nov. 30, 1949	Shiriuchi R. Shiriuchi	The laboratory of the Hakodate College of Fisheries	ca. 7.0—15.0°C	Jan. 14, 1950 (46days)	Shiriuchi Hatchery	ca. 0.0—5.0°C	

Lengths of developmental periods are shown in parentheses.

※—— All eggs are died after the spinal column were formed.

即ち雌雄各1尾の親魚から採取受精した卵子を高低の水溫の二區分の環境中に分けて發生させ、成長後の稚魚の Verte. を觀察したのであるが、其の中 No.1 はかろうじて一通の結果を得、No.2, No.3 の分は嚴寒時用水の凍結及病害のため試驗卵を傷められ、極めて不完全な結果を得たのみであつた。

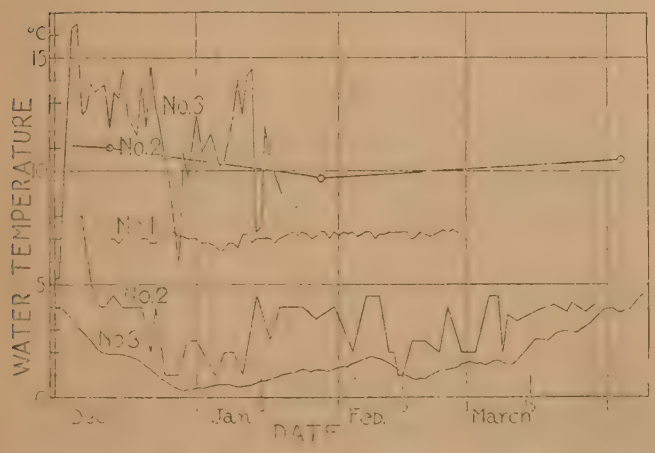
しかし No.2 の低水溫區の發眼後の卵子の二三について胚體の Verte. の數を觀察し得たので之等の結果を一括して示したものが第9表である。又之と密接な關聯を有する環境水溫のグラフを第3圖に示す。

Table 9. Relation between water temperature during developmental period and vertebra number in salmon fry.

Exp No.	Water temperature	Number of vertebrae									Confidence limit of population mean (a=0.01)	Number of individuals
		64	65	66	67	68	69	70	71	72		
1	Higher			1	10	11	4				67.26 — 68.12	26
	Lower				1	3	9	14	5	1	69.39 — 70.36	33
2	Higher	1	8	17	19	4	1				66.02 — 66.78	50
	Lower						1	4	1		68.96 — 71.46	6
3	Higher			1	8	3					66.65 — 67.69	12
	Lower											
4 ※	Higher			5	12	5	3	2			66.81 — 68.06	27

※ No. 4. indicates the common fry killed as control June, 1, 1949, in Oshima Branch Hatchery.

Fig. 3. Water temperatures during developmental periods in the experiments. The low temperature of No.3 is indicated by moving average of every ten days, the others the actual temperatures (mean daily).



高水溫區の中、No.1, No.2 は湧水を用水とする孵化裝置であり、從つて溫度の變動が極めて少ない。No.1 は毎日3回測定の分を日平均を以て表はした。No. 2 は期間中3回の値しか示さぬが、實際其の變動は僅少で此のグラフより上下に 1°C 以上の偏差は認められぬ。No.3 はすでに記した通り電球熱利用の簡易恒溫裝置である故溫度の調節困難で變動激烈ではあるが、主部は 12°C よりも上にある事は認められる。低水溫區のものは全て河川水を利用したもの故、變動が甚しい。No.1 は測溫結果で日 No.3 と殆んど一致している故是には省略す。No.3 は移動平均を以て表示したもの故、實際は之より高低の甚しい事もある。No.2 は毎日の測溫ではないが No.3 よりも少し高い。

扨 No.1 の中、高水溫區に於て發生の標本の Range は 66～69 であり、知内事業場に於て發生の標本の Range は 67～72 であるが、其の重なる部分は割合に少く、其の母平均の信賴限界は明かに兩群の差異を表している。平均値の差の檢定を行うと有意的の差を認むべき危險率は 0.01 よりもは

るかに小さい。(兩群の標本平均は夫々 67.26 及び 69.89、標本分散は夫々 0.79² 及び 1.07² である)次に No.2 の高水溫區のものを見ると No.1 の夫とは母平均の信賴限界は重らぬ。此の見かけの差は親魚の個體間の遺傳的の差異が表はれているものか、或は同じ高水溫區と言つても、第3圖に示す通り No.1 は No.2 よりも 3°C 約の低溫にある事に起因するものか、今後再檢討する價値のあるものである。No.2 の低水溫區のものは個體數が少いので、斷定的な事は言えぬが、標本に關する限り高水溫區との差は明であり、又母平均の信賴限界より見ると No.1 の低水溫區のものとの間に有意的の差のないのは高水溫のものと比較對照して面白い。もし No.2 の低水溫區のものが完全に孵出したとすれば No.1 の低水溫區のものと孵化日數が殆んど同一であつたろうと思はれる。No.3 は高水溫區のみ故何とも言えぬが少くとも同一系株に由る各個體の間では體節數の變異の幅はかなりせまいものである事を示している。又 No.3 の高水溫區のものは No.2 の夫に比して水溫の變動が不規則ながらも全體として少しく高いのであるが、Verte. の數に判然とした差異の表はれていないのは先天的の要因のためであるか、之も再檢討を要する點である。更に No.1 の結果と比較するために No.1 の高水溫區のものと同じ環境に發生した一般の稚魚を昭和24年6月1日に採集固定して其の Verte. の數を計測して共に掲げたのは No.4 と假稱したものであるが、No.1 の高水溫區のものと良く似ている。之等より體節數の個體變異は同一系株に於ても異系株に於ても、余り大きな幅を示さない事、或は體節數は遺傳的特性よりもむしろ環境の干渉の方が其の決定要因となるのではないかと言う事が想象される。

以上の觀察は Verte. の數にのみ止まつたが、此の實驗の初期の目的は L. l. s. の觀察の可能となるまで成長させる事を期待したのであるが之は再度の實驗にまつ事とする。しかし L. l. s. が Verte. と良く似た準體節構成である點より考え、環境の干渉に依つて Verte. と略同一の差異を生ずる事が想像され、之に依つて各河川の親魚の L. l. s. の數及び千歲川、豊平川兩河川の群の Verte. の數の差異等のある理由は比較的容易に說明出來る。從つて少くとも千歲川と他の河川との間の魚群の獨立性は何世代にも亘つて繼續していると言う事が立證出來るわけで、鮭人工孵化事業に對してはつきりした理論的根據を與えるものと確信する。

6 摘 要

石狩川水系のサケ親魚について體節の數を計測し、夫と並行的に同一親魚に由る受精卵を水溫の差ある2つの環境に分けて發生孵出させ、稚魚の體節數を計測した結果、大凡次の事を知つた。

1. 同一河川群に於ては側線部のウロコの數は性別、年級別、年令別、體の大いさの別に依る差異は認められぬ。

2. 同一河川群に於ては、其の稚魚の脊椎骨數は少くとも、體の大いさの別に依る差異は認められぬ。

3. 石狩川本流及豊平川兩河川と千歲川の群の側線部のウロコの數の間には有意差を認め得る。

4. 千歲川、豊平川兩河川の群の脊椎骨數の間には有意差を認め得る。

5. 石狩川本流、千歲川兩河川の群の鰓條の數の間には有意差を認め得る。

6. 同一親魚に由來する稚魚に於ては、發生時期の水溫の差に依り、其の脊椎骨數に有意差を生ずる。

7. 以上の諸點と千歲川、石狩川本流、豊平川の各群の發生時の環境水溫とより推測して、各河川群は海洋より溯歸遡上する場合には、夫々本流支流を判別して獨立した魚群を保つているものと考えられる。

7 文 献

相川廣秋. 1941. 水產資源學. 水產社

Hubbs, C. L. 1922. Variation in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes correlated with the temperature of water during development. Amer. Nat., Vol. 56, No. 645, pp. 360～372.

Hubbs, C. L. 1926. The structual consequence of modifications of the developmental rate in fishes, considered in reference to certain problems of evolution. Amer. Nat., Vol. 60, 57.

畑中正吉, 岡本利吉郎. 1950. イカナゴ資源の研究. 昭和25年度日本水產學會年會講演

久保達郎. 1939. 鱗相より見た鮭の生態 (2). 北. 水. 研. 報告, Vol. 4, No.2, pp. 79～94.

增山元三郎. 1949. 小數例のまとめ方と實驗計畫の立て方. 河出書房

佐野誠三, 久保達郎. 1947. 北海道各河川遡上鮭 (O. keta) の生態調查. 1. 北. 水. 研. 報告, Vol.1, No.1, pp. 1～11.

統計科學研究會. 1943. 統計數值表. 1. 河出書房

Van Oosten, J. 1929. Life histosy of the Lake herring (Leucichthys artedi Le Sueur) of Lake Huron as revealed by its scales, with a critique of the scale method. Bull. U. S. Bureau Fish., Vol. 44, No. 1053, pp. 267～428.

(水產科學研究所業績第38號)

日本、南氷洋間表面觀測の一資料

田　村　　正　（鹹水養殖學教室）
杉　浦　次　郎　（中央氣象台海洋課）

A REPORT ON OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS OF THE SURFACE SEA WATERS EXTENDING BETWEEN JAPAN AND ANTARCTIC WHALING GROUNDS.

Tadashi TAMURA and Jiro SUGIURA

(Faculty of Fisheries. Hokkaido University.)

We departed from Osaka on Nov. 6, 1947, accomplished observations at the antarctic whaling base, and returned to Osaka on Apr. 7, 1948, the whole time during this period having been spent on board the mother whaling ship, Hashidatemaru of the Japan Fishery Company. The results of the oceanographical observations on the surface sea waters are shown in Table 1～2 and Figure 1～2. In this paper we concerned ourselves with the air temperature, sueface water colour, hydrogen ion concentration, salinity and the quantity of plankton collected with Tamura's Plankton Collector while sailing.

1　緒　　言

日本が南氷洋捕鯨に進出したのは1934年度からで、始めは圖南丸一船團であつたが、その後年々母船數も增し1938年から1940年度迄は6船團に達した。終戰後は1946年度以降2船團が南氷洋出漁を許可され今日に及んでいる。此の間多數の船舶が日本南氷洋間を航行して居るので、航路上の氣象や海況の觀測も一通りは各船によつて實施された筈である。然し乍ら專門の氣象觀測員が捕鯨船團に便乘する樣になつたのは1946年度以降であるからその後の觀測は正確さが期待される。

本報告は著者等が中央氣象台の氣象觀測員としてG. H. Q. の許可を得て1947年11月から1948年4月までの南氷洋出漁期間中に、日本水產株式會社の捕鯨母船『橋立丸』に便乘した際の日本と南氷洋間の表面觀測結果に就て述べんとするものである。

本研究をなすに當り種々御配慮下さつた當時の中央氣象台海洋課長日高孝次博士、並に日本水產株式會社捕鯨部長大西廉作氏に感謝すると共に、觀測に當つては橋立丸船團事業部長荻野行雄氏、農林省監將官前田敬次郎技官、船長宮田大氏其の他乘組員の方々に種々御便宜を與へられたことに對し深く感謝の意を表するものである。

2　航　　路

目下のところ日本の捕鯨船團は外國の港又は沿岸、島嶼等に寄港若くは投錨が許されないので從來の樣に南洋又は濠洲等での水、油、石炭、食糧、その他の物資の補給は出來ないから、一路南氷洋捕

鯨場に向つて南下する。即ち11月6日に大阪港を出航してからは第1表に示された様に小笠原群島、サイパン島、トラック島沖を南下して赤道を通過し、更にブウゲンビル島西方沖合を過ぎ濠洲の東海岸沖合を南下し、タスマニア島東沖合を過ぎてからは所謂暴風圏に入り遂に12月4日に約6,000浬の航程を29日を要してパックアイスの漂ふ捕鯨漁場 64,°06′S. 155,°08′E. に停船した。

次に復航に就て見るに第2表に見られる様に Ross 海からの観測をも加へた，ロス海は日本の捕鯨船團としては今回の橋立丸が第2回目の操業であつて、此の海區は白長須鯨の肥滿した群團が多數游弋することは各國の捕鯨業者の認むるところであるが、漁場が遠いことゝパックアイスのために航路が閉塞される危險性のあることや、又位置の關係上解氷期間の短いこと等から、本海區での操業は比較的稀であつたのである。即ち2月25日（1948）ロス海漁場を出發し、バレニー群島附近で約1週間操業した後3月8日に南氷洋漁場を後にした。航路は大體往航時と同樣で4月7日早朝大阪港に歸着した。

3　觀測方法

往航では漁場到着まで毎日 0. 6. 12. 18. 時の4回氣象並に表面觀測をした。この中6時と18時には田村式航走用プランクトン採集器（1948）によつて30分乃至1時間曳航してプランクトン採集をも行つた。漁場到着後は1日8回の觀測を實施し、この外26地點で400mまでの海洋調査をも實施したがこれは本文では抄略する，復航では毎日7回の觀測を行つたが表には毎日2回の觀測値を掲げた。Cl 定量は勿論クヌウドゼンの常法により pH の測定は T.B. 及 C.R. の〈海水用〉比色法によつた。氣壓、濕度、波浪、風、雲、視程等の觀測も行つたが表示しなかつた。漁場に於ける觀測結果に就ては中央氣象台歐文報告1號（1949）に概要を述べてある。

4　結　　果

航行中の表面觀測結果の一部を表1～2及圖1～2に示した。

氣　溫：

船の上甲板に百葉箱を設備しこの中で氣溫及濕度を觀測した。往航は北半球では秋季であつたから大阪港では涼しい位であつたが 25°N 位から熱帶性を帶び 26°C～28°C となり、赤道附近ではスコール等のため日々の變動を見これが 15°S 位まで續いた，南半球の中緯度以南では初夏の候に相當したが高緯度に至るに從つて氣溫は下降しこれは 32°S 邊から著しくなり 59°S では遂に 0°C に下降した。然し漁場（65°S. 附近）では夏季に相當しているので氣溫は著しい低溫は示さなかつた。復航は南極洋のロス海を2月25日に出發し途中で操業の後遂に3月8日に漁場を出發したので、南半球では秋に相當し往航時に比較して僅かに高溫で 30°S. 近くからは熱帶性となりこれが 22°N 近くまで續いた。又往復航とも低緯度で氣溫の日變化は大きかつた。氣溫の最高は往航時に 29.°8℃ が 1.°30′N に見られたが、熱帶でもスコール等のため 24.°5C（4°.21′N）の觀測されたこともあつた。

南航海中の最低は －0.6℃（12月4日 64°06S′）で漁場に於ける最低は－6.2℃（Ross海）（田村、杉浦 1949）が觀測された。

表面水溫：

表面水溫の分布は氣溫の影響が大きく殆んど平行關係にあるが日變化は氣溫程著しくない。往航時に 2.°C 以上となつたのは 22°N. から 14°S の間であつたが復航時には 11°S. から 8°N. の間であつた。氣溫の場合と同樣に熱帶海區では往航時には北半球が南半球より高溫の範圍が廣かつたが復航

Table 1. From Osaka to Antarctic sea (1947)

Date.	Time	Long	Lat.	Air. temp.	Water temp. C°	pH	Color of sea	S ‰	vol of Plankton. c.c.	Remarks
XI 6	13 00	Osaka Bay.		— C°	17 0	8 33	6	31.44	1.30	
〃 〃	18 00	34°10′ N	135°59′ E	16.1	20 4			33 19	0.20	
〃 7	6 00	32.32 〃	136.02 〃	20 2	23.2		1	33 01	0.05	
〃 〃	18.00	30 51 〃	137.07 〃	20.8	21.2	8.33		33.13	0 02	
〃 8	6.00	28.58 〃	138.44 〃	22 4	24 5	8.35	1	34 83	0.02	
〃 〃	18 00	27·22 〃	139.19 〃	24.1	24 0		1	34 83	0.05	
〃 9	6 00	25 34 〃	140 30 〃	24.7	25.0	8 35	1	34.87	0 05	
〃 〃	18 00	24.06 〃	141.23 〃	26 0	26 5	8 37	1	34.94	0 20	
〃 10	6,00	24.48 〃	142.02 〃	26 8	27.7	8.37	1	34.87	0.10	
〃 〃	18 00	21·06 〃	143 00 〃	28.2	28 0	8.37	1	34.79	0.10	
〃 11	6.00	19 11 〃	143.53 〃	27.6	28 6	8 37	1	34.76	0.20	
〃 〃	18.00	17.18 〃	144 57 〃	28 2	28.9		1	34.92	0 05	
〃 12	6 00	15.25 〃	145.54 〃	28 0	28 8	8.39	1	34 85	0.10	
〃 〃	18 00	13 37 〃	147.10 〃	28.6	28 9			34 96	0 20	
〃 13	6 00	11.52 〃	148 10 〃	28 2	28.9	8.38	1	34 85	0 07	
〃 〃	18.00	10 15 〃	149 41 〃	28 2	28.9			34 65	0 12	
〃 14	6 00	8 37 〃	151 04 〃	28 4	28 8	8.40	1	34.48	0.30	
〃 〃	18 00	6 30 〃	151.32 〃	28.9	29.5	8.40	1	33.96	0 15	
〃 15	6 00	4 31 〃	152.17 〃	25.9	29 5	8 40		34.12	0 07	
〃 〃	18 00	2.33 〃	152.46 〃	27 2	29 3	8 37	1	34.09	0 25	
〃 16	6.00	0 33 〃	153 28 〃	26 3	28 9	8 37		34 27	0.15	
〃 〃	18 00	1 30 S	154 06 〃	27.8	29 0			34 56	0 10	
〃 17	6 00	3.07 〃	154.18 〃	28.5	28.9	8 37		35.26	0.20	
〃 〃	18 00	4 41 〃	154.20 〃	28.2	29.1		2	35.17	0.22	
〃 18	6 00	6 10 〃	153 43 〃	27,4	28 8			35.08	—	
〃 〃	18 00	6.22 〃	154 22 〃	27.9	29.3			35 03	0.20	
〃 19	6 00	8.34 〃	153 57 〃	27.4	27.7	8.37	1	34.56	0.10	
〃 〃	18 00	10.40 〃	154 22 〃	27.2	28.5		2	34 74	0.15	
〃 20	6.00	12.46 〃	154.44 〃	26.7	27 6	8.37	2	34.98	0.12	
〃 〃	18 00	14.46 〃	155.04 〃	26 0	27.6			35.01	0.08	
〃 21	6 00	16.46 〃	155.27 〃	25.2	26 2	8 37	2	35.16	0.12	
〃 〃	18 00	18.57 〃	155 22 〃	24.6	25 8		2	35.14	0.12	
〃 22	6.00	20 55 〃	155.00 〃	24 2	24 8	8.35	2	35.16	0.12	
〃 〃	18.00	22 53 〃	154.32 〃	24 2	26.1			35.16	0.12	
〃 23	6 00	25.07 〃	154 17 〃	23.2	23.9	8.35	2	35.41	0.10	
〃 〃	18 00	27 21 〃	154.22 〃	23.9	24.6			35.16	0 10	
〃 24	6 00	29.34 〃	154.22 〃	19.7	21.0	8.35	2	35.30	0.07	
〃 〃	18 00	31.43 〃	153.44 〃	24.2	21.3		3	35 28	0.20	
〃 25	6.00	33.40 〃	152.20 〃	17.2	19.7	8.35	3	35 59	0.30	
〃 〃	18 00	34 45 〃	152.20 〃	17.2	19.7		3	35.59	—	
〃 26	6.00	34.45 〃	152 20 〃	16.4	18.8			35.59	—	
〃 〃	18.00	34 26 〃	151.41 〃	16.2	18.9		3	35 50	0.15	
〃 27	6.00	35.35 〃	151.49 〃	14.0	18.5	8.33	3	35.55	0 07	
〃 〃	18.00	37.50 〃	152.00 〃	12.6	15.6			35.41	6.00	
〃 28	6 00	39.35 〃	152 00 〃	12·5	13.9	8.30	4	35 07	0 10	
〃 〃	18.00	41.30 〃	152 14 〃	11.6	14.5		4	35.28	1.50	
〃 29	6.00	43.30 〃	152 28 〃	10.2	12.0	8.25	4	35.08	0.12	
〃 〃	18.00	45.25 〃	152.20 〃	10.4	11.2		4	35.03	0.22	
〃 30	6 00	47.20 〃	152 35 〃	7.9	9.8	8 20	4	34.63	0.12	
〃 〃	18 00	49 35 〃	152.40 〃	7.8	9 4			34.47	—	
XII 1	6.00	51.37 〃	153 08 〃	5.6	6 8	8.15	3	34.04	0.15	
〃 〃	18.00	53.50 〃	153 28 〃	5.4	6.4		3	33.95	0.10	
〃 2	6.00	56.05 〃	153 50 〃	3.5	2.7	8.05	3	33.71	0.07	
〃 〃	18 00	58.21 〃	154 08 〃	3.4	2.1		2—3	33 68	0.02	
〃 3	9 00	60 32 〃	154.20 〃	0.0	0.1	8.00	3	33.94	0 50	
〃 〃	18.00	62.12 〃	154.38 〃	0.2	0.0		3	33.86	0.10	
〃 4	9·00	64 06 〃	154.48 〃	−0 6	−0 9	8.00	3	33.86	0.20	
〃 〃	21.00	64 05 〃	155.06 〃	−0 5	−1.6	—	—	—	—	

Fig. 1.

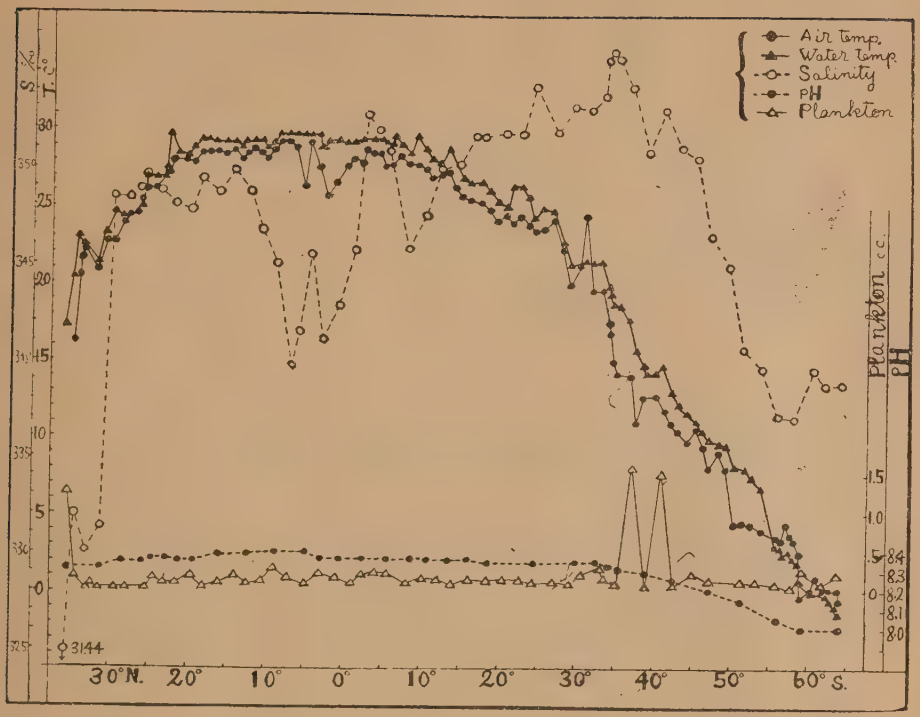
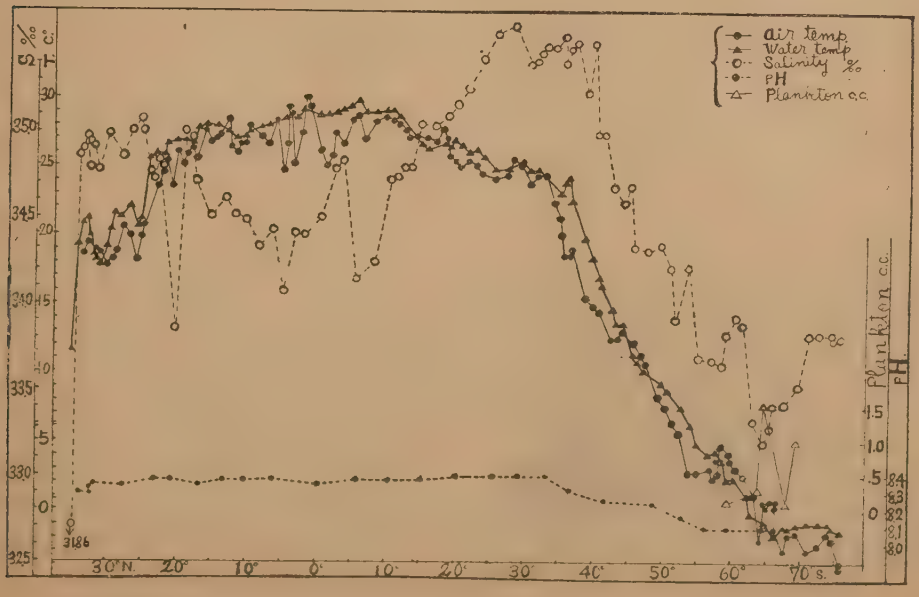

Air temp.
Water temp.
Salinity
pH
Plankton
Plankton c.c.
pH
3144
30°N. 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60° S.

Fig. 2.


Air temp.
Water temp.
Salinity ‰
pH
Plankton c.c.
Plankton c.c.
pH
3186
30°N. 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° S.

時にはこれと反對の現象を呈した。赤道附近では兩航海共に水溫は氣溫より僅かに高く 25°C が數回觀測された。

水溫分布で注目されることは海區によつて急激な水溫變化がある點で、例へば 31°N., 34°S., 52°S 附近では急激な下降が現れ又、33°N, 36°S., 55°S (往航) 等では著しい變化が觀察された。之は氣溫の影響とは認め難く、異なる水塊が分布してゐる潮目の現象と考えられる。南半球では大體亞熱帶收斂線は 40°S 附近又極前線は 55°S 附近とされるが季節により年による變化はある。南極洋に近づくに從つて水溫は下降するが緯度により季節によつて等溫線の移動するのは當然であるが、本航海で零度の出現したのは往航 (12 月上旬) では 61°S 附近で復航 (3 月上旬) では 63°S 附近であつた。猶水溫と關係の深い氷山の分布に就て一言するに往航で始めて氷山を認めたのは 12 月 3 日 22 時 30 分で (62°51′S., 154°40′E.) 5 ケの卓狀氷山であり當時の水溫は −0.9°C であつた。又復航時に最後に氷山を認めたのは 3 月 9 日 13 時 (65°02′S., 161°53′E.) で大型卓狀氷山 1 ケ、中型 2 ケで水溫は +1.2°C. であつた。

塩　分：

每日 2 回 12 時間每に採水し鹽素分析の結果からの鹽分量を第 1～2 表に示した。第 1 及第 2 圖に見られる樣に鹽分の分布は往航復航共極めて類似してゐることが注意を惹く。大阪灣では尙だ塩分は低く 31.44 及 31.86‰ であつたが 30°N～15°N の間は塩分高くなり (35.‰) 赤道附近は却て低く、34‰ 前後であつた。海洋表面の塩分量は Wüst によれば海面への年降雨量と年蒸發量との差が密接な關係のあることが明にされ、吉村 (1940) は太平洋の塩分分布を Wüst の數値から作圖したが、この分布曲線も今回の觀測結果とよく一致している。高塩分水は南半球の中緯度に廣く分布し又北半球に比べて塩分も遙に大であつた。復航中 20°N 附近で急に低塩分となつたのは降雨中の採水が原因である。赤道附近で塩分の低いのは降雨量と風力の弱いために蒸發の少いことが原因と考えられ、中緯度で塩分の高いのは降雨量の少いことや低溫で蒸發の少いこと等が擧げられ、南氷洋で塩分の低いのは氷山や海氷の融解による稀釋と考えられる。從つて南氷洋でも中、下層の水塊は低緯度海區と同樣な塩分を含む海水である。猶鹽分の水平分布が水溫の水平的分布の樣に急激に變化の現れたこともあるが、降雨等の外は異なる水塊の分布によるものと推察出來よう。

水素イオン濃度：

T. B. 或は C. R. の指示藥により海水用比色計で pH を測定しその結果は圖 1 及 2 に示した。大阪港出帆後 (本土沿岸を離れてから) 35°S 近くまでは pH 8.35～8.40 であるが、この附近から徐々に低くなり 55°～60°S では pH 8.00 となつた。pH の水平的分布は往航と復航で殆んど似た結果であつた。

太平洋の表面水の pH に就て Mc Cleudon (1932) が 3～4 月の候、サンフランシスコからホノルヽを經て橫濱入港までの間を比色法で觀測したが、アメリカからハワイまでは pH8.30 であつたがホノルヽ出帆後ミツドウエー島沖近く (33°N 165°E) で pH8.00 に低下したことを觀測した。然しこの原因に就ての說明を欠いてゐる。斯樣に表面水の pH の低い値は Kreps Verjinskaya が北極海の Barents sea では通常は pH8.20～8.30 であつたが、12 月になれば pH8.05～8.10 に低下したと報告してゐる。又松平 (1940) は神戸高等商船學校の練習船進德丸の第30次航海で日本、北米間の船海中神戸、サンフランシスコ間は表面水の pH8.20～8.30 であつたが、北米沿岸に pH8.00 の低い値を測定されたと報じ、又ハワイ經由神戸までの航路で塩分の低い海區 (21°N, 173°E) で pH8.10 を見、その東方は 8.20 その西では 8.30 であつたと。即ち pH8.00 は極海で測定された外は比較的少數例しかないが、これらの海區は恐らく下層水の上昇區域ではなかつたかと想象される。

プランクトン量：

著者の1人田村（1947）の考案した航走用プランクトン採集器により航走中に毎日2回プランクトンを採集し、1時間當りのプランクトン沈澱量を示せば第1及第2圖の様である。往航時に就て見るに大阪港では沿岸内灣性でプランクトン量も多いが紀州沖合からは急激な減少を示した。然し長い熱帶の航海中と雖も幾分の變化が現れ、熱帶海區は何處もプランクトンは僅少と云ふことは出來なかつた。又時に急激な變化の起つた場合もあつて 37°S 附近ではサルパの採集されたゝめであり 42°S. ではは Calanus の多量に出現したゝめであつた。後者の場合に就ての狀況を說明すれば、當日は海上靜穩で夕刻甲板上で海上を眺めて居つたのであるが、18.00 時頃左舷を航走中の捕鯨船から母船に〃沖アミ〃が一面に浮上して居ると入電があつた知らせをきいた。その後數分にして母船の航路上にも赤褐色の縞模様になつて航路に平行し幾筋もの所謂 Plankton Stream が出現した。之は Copepoda による赤潮が外洋區に出現したとも解される。母船は 10 節の速力で進行中であつたがこの狀態が 7～8 分繼續した後は再び見ることは出來なかつた。このとき表面採水用のズツクバケツ等を投下して見たがプランクトン採集は出來なかつた。處が幸運にも船尾の方に著者は航走用プランクトン採集器を曳航中であつたので之の赤潮の現物を採集することが出來た譯である、このプランクトンは體長約1c.m. の赤色を帶びた Calanus で、採集後は管瓶中でもよく長時間に亘つて活潑な運動を續けた程である。此の地點は第1圖によつても認められる様に、水溫、塩分の點からも潮目を形成する海區であることが推定出來る。

南氷洋に近づくまでは上記の特別な場合を除いては大體プランクトン量は少なかつたが、パツクアイスの附近では急に增加を示した。復航ではロス海その他でプランクトン量の多い海區もあつたが南氷洋中でも前報（1948）で述べた様に透明度の大きなプランクトン量の乏しい海區もあつた。然し大體に於て 64.°S 以南まではプランクトン量は多く之を過ぎると急に減少した。

5　結　　論

日本からの南氷洋捕鯨船隊は毎年同じ季節に殆んど同一の航路を通つて南氷洋漁場まで往復している。此の場合を利用して正確な氣象並に海上の諸要素に就て觀測を實施するならば多年の調査結果の累積に依り色々な氣象學的並に海洋學的事項に就て解明出來、又一方捕鯨漁場に於ける海洋氣象上の諸要因と鯨漁業等との關係を闡明するに必要な基礎的資料ともなるに違いない。

6　引 用 文 献

(1) Kreps E. & N. Verjinskaya（松平譯海洋時報 3：252—259）
(2) 松平康男、1940. 海洋時報 12 卷 2 號
(3) Mc Clendon J. F. 1933. Sci, Rep, Tohoku Imp. Univ. 4th series. 8：31—32.
(4) Schott, G. 1934. James Johnstone Memorial volume 235—241.
(5) ——— 1935. Geographie des Indischen und Stille Ozeans. Hamburg.
(6) 杉浦次郎、1949. 研究時報 2 卷 4 報
(7) 田 村 正、1943. 水產學雜 53：1—4
(8) 田 村 正、杉浦次郎、1948. 南氷洋觀測報告（中央氣象臺謄寫プリント及歐文海洋報告 1 卷 1號）
(9) 吉村信吉、1940. 世界地理 10 卷 153—180. 河出書房

（水產科學研究所業績第 40 號）

貝類棲息地の環境條件に關する研究

I. 函館港について

谷田專治（東北海區水產研究所）
加藤健司（無機化學海藻化學教室）
奥田泰造（東北海區水產研究所）

STUDIES ON THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF SHELLFISH-FIELDS.

1. IN THE CASE OF HAKODATE HARBOUR.

Senji TANITA, Kenji KATO and Taizo OKUDA.
(Faculty of Fisheries, Hokkaido University.)

In Hakodate harbour, there formerly dwelt useful shellfish in abundance, but at present they are nearly exterminated. To clarify the causes of such a change in the output of shellfish in the harbour, is one of the main objects of our investigations. For this purpose, the writers intend to carry out these invertigations by means of the analysis of environmental conditions, especially that of the bottom materials and the water properties in the harbour from the ecological and oceanographical standpoints.

From the present investigations, the following accounts are given:

1) The composition of the bottom materials of Hakodate harbour are almost all mud. In the area ranging from the center to the inner southern parts of the harbour, were found samples containing many pieces of shells and ashes of coal, but even such bottom material is over 80% fine mud. The muddiest material, with over 95% of fine mud, is found in the northern and north-eastern parts, while the sample taken near the entrance of the harbour contains the least mud.

2) The orgauic carbon contents in the bottom materials are found in the greatest abundance in the inner southern parts of the harbour, gradually decreasing towards the harbour center, and reaches its minimum in the eastern parts. The bottom materials of the northern parts contain abundant organic substances. This may be an effect of the inflow of small streams or sewerages.

3) Next to the bottom materials of the central part, those of the southern part of the harbour contain more of total nitrogen.

4) The effects of the inflow of small streams or sewerges are distinctly shown on the water properties. Such effects are indicated by distribution curves which shown oxygen and silicate contents of the sea water, and which lie nearly paralle to the shore line. Salinity of the southern and northern parts is presumably diluted owing to the incoming fresh waters.

5) Of the phosphate contents, the most abundant portions are found in the central parts for the bottom water, while in 5-meter layer the most abundant portions are found in the southern parts and spread towards the north of the harbour.

6) Judging from the results of the investigations on the bottom materials and water properties, the field where the cockles once used to dwell seems to have become unfitted for this species. The southern parts of the harbour seem to be unsuitable for the habitation of shellfish, because these parts contain much humus in comparison with the northern parts. In the *Anadara* field, we can find no remarkable changes for worse in the environmental conditions, therefore in the present stage of our investigations, it is hardly possible for us to clarify the causes of the extermination of the shellfish.

1 緒 言

貝類の棲息を制約する要素は多種多様で、水温・水深・塩分・底質・潮の干満差・潮流・その他栄養塩類などのような物理・化學的條件以外に、餌料・害敵・その他の生物の種類數量などの生物學的條件もあり、しかもそれらは單獨に影響しているばかりでなく、互に相關連して非常に複雑に作用している。このような複雑な環境條件が年月を經るにつれ、或は人工的な變化を受けるなどのために、その地域に棲息する貝類の種類や數量に大きな變化の生ずることは想像に難くない。從つて現在の環境狀況を明かに把握することは、過去の記錄を檢討するに役立つばかりでなく、將來の生產計畫の一つの基礎資料として非常に重要なことであると信ずる。

著者等は津輕海峽及び噴火灣近海各地において、貝類生產上における變化の有無及びその原因を探求し、又有用貝類の移殖增產の可能性を檢討する基礎資料を得る目的をもつて、沿岸各地の貝類の生態調査と同時に、その棲息地の環境條件を研究し、又從來の記錄・統計などの調査を實施している。本報告はその一部として、環境條件のうち底質と水質とに重點をおき、函館港を對象として調査した結果である。

函館港は函館灣の北東隅に位し、形が巴字に似ているので一名巴港と呼ばれている。函館港は從來津輕要塞の軍港に編入されていたため、その海洋學的あるいは生物學的な調査研究は殆ど發表されていない。わずかに昭和9、10年に北海道水產試驗場函館支場で行つた港內のアサリ・アカガイの調査[1]、並にアカガイの移殖實驗結果[2]が報告されているのと、昭和19年冬に函館海洋氣象臺による海洋調査報告[3]があるにすぎない。

終戰後、同港の研究は自由となつたが、未だにその調査はとりあげられていない。それは水產の見地からすれば、同港は漁港として極めて重要な位置を占めているにも拘らず、港の內外沿岸には特に見るべき水產物を產しないためであろうと想像される。

記錄によれば、昭和10年頃までは、港內及び港口附近には食用貝類としてアカガイ・ヒメアサリ・ウバガイ・アカザラガイ・カキ・ホタテガイ・カガミガイ・サラガイ・エゾイガイ・エゾマテ・アワビ・ヒメエゾボラなどが相當に棲息し、中でもアカガイ・ヒメアサリ・ウバガイなどは產額も多く、それ專門に漁師が居つたことが知られている。しかし貝類の產額は昭和4年頃から次第に減退し、現在では採貝は漁業としての價値を失い、夏季海水浴客子女に採取されている狀態と變じている。

函館市誌[4]によれば、昭和4年駒ケ岳爆發により、多數の輕石が漂着流下した結果、沿岸の水產物は激減し、その後數年間に多少恢復はしたものの、ついに舊前の狀態には復さないと述べている。

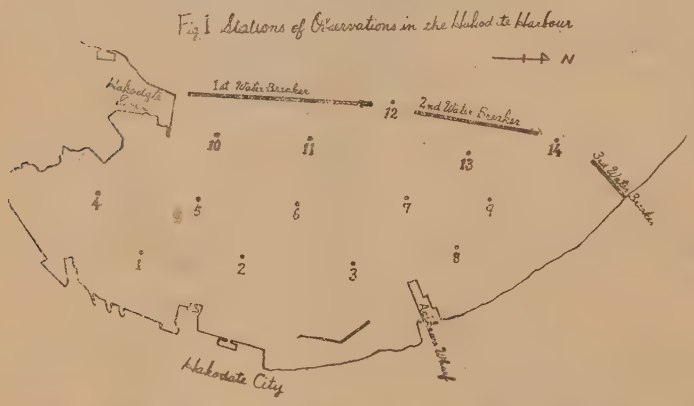
水産試驗場函館支場の町田秀二[1]による昭和9年の調査報告によれば、昭和2年より同9年に至る8ヶ年間のアサリの平均年産額は18,201貫で昭和3年より同9年間に至る7ヶ年のアカガイの平均産額は10,859貫となつている。而してアサリ・アカガイは昭和4年以降著しく産額を減じたが、その原因は、アサリにおいては濫獲によるよりもむしろ港の埋立及び浚渫工事が主因であり、アカガイは濫獲の結果であろうと報じている。そして同氏は更に翌昭和10年にアカガイの採苗試驗[2]を行つているが、充分なる成果は收め得られなかつたものの如くで、現在までにそれらの養殖增産に關する事業は行われていない。

上述のように以前には港内に有用貝類が相當棲息し、産額も可成りあつたものが、近年はアカガイ・アサリ・ウバガイ・アワビ・ホタテガイなどを見ることは稀となり、僅かにアカザラガイ・カガミガイ・カキ・サラガイ・エゾイガイ等が港内に處々に散見されるにすぎず、採貝業が全く一顧に値しない狀態となつている。この變化の原因は何であるか、又從來多產した貝類を移殖增產することが可能であるかどうかなどとゆう諸問題を檢討する基礎資料を得る目的を以て、著者等は先づ港内の底質と水質の調査を試みたのである。

本調査研究は文部省科學研究費によつて行われたものであり、調査にあたつては本學練習船々長櫻庭誠三教授より多大の便宜を與えられたことを記して感謝の意を表する。

2　調査方法

昭和24年7月5日及び6日の兩日、北海道大學水產學部練習船おしよろ丸搭載のチャツカーにより港内14地點において採泥と採水とを行つた。調査地點は第1圖に示す如く、大體港の長軸に沿い、即ち防波堤に並行して3列に14地點を選んだ。



底質採取にはエクマン・バージ式採泥器を使用し、採取した底質の一部は乾燥して篩分法により粒度組成を調べ、一部は有機炭素量・全窒素量等の化學分析に供した。

粒度組成の分析は大體海洋氣象台の方法に準據して行つたが篩は日本藥局法の標準篩を用いた。試料（原土）を乾燥して、その重量を秤量し、それを礫と細土に大別する。即ち篩目の內徑 3mm の篩に止まつたものを礫とし、3mm 以下のものを細土とした。細土は更に細い目の篩をもつて大砂・中砂・小砂・細砂と篩分し、0.05mm の篩を通過したものを泥として、礫と細土との割合、及び細土中の泥と砂を計算して、各地點の粒度組成の考察を行つた。

有機炭素量は重クロム酸により有機物を酸化し、モール氏塩溶液で滴定する簡易滴定法(Tiulin法)により求め、その値に1.72を乘じて腐植質量とした。又全窒素量は常法の如く Kjeldahl 法によつて定量し、いずれも乾物量に換算して示した。

採水は底層、5m層、及び表層において行つたが、底層及び5m層の採水には田村式サイフォン採水

料を使用した。水質調査は塩分・溶存酸素・硫化水素・珪酸塩・燐酸鹽・水素イオン濃度などにつき海洋観測法にしたがつて行つたが、貝類の棲息地の底質の調査に重點をおいたので、主としてこれと密接な關係のある底層及び 5m 層の水を問題とした。

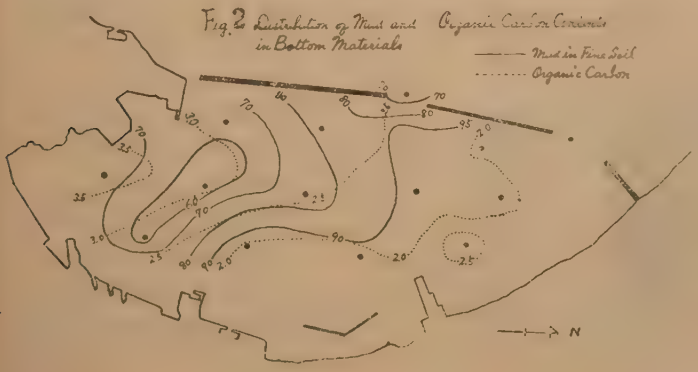
3 調 査 結 果

I 底 質

函館港内の底質に關する調査結果は第1表の通りである。表中全重量というのは粒度組成分析の試料の乾燥重量である。

Table 1. Properties of Bottom Materials in Hakodate Harbour.

St. No.	Depth m	Water Temp. °C	Mud Temp. °C	Characters	Organic Carbon %	Humus %	Total Nitrogen %	Total Weight of the Bottom Samples g	Gravel in Original Sample %	Mud in Fine Soil %	Remarks
1	9.0	17.5	15.7	Sh.M	2.803	4.821	0.427	26.74	35.8	90.2	Containing many pieces of shells.
2	9.1	16.5	—	fM	1.981	3.407	—	21.50	0.9	98.9	
3	8.3	16.5	14.8	Sh.M	1.816	3.124	0.201	25.03	4.9	96.4	Containing pieces of shells.
4	10.0	17.6	13.8	Gr.M	3.825	6.579	—	23.56	15.8	91.1	Containing coal wastes.
5	11.5	16.8	14.0	Gr.Ms	3.222	5.542	—	27.66	36.4	87.3	Containing many coal wastes.
6	11.5	17.0	—	Sh.Ms	2.624	4.513	0.633	31.04	19.3	93.4	Containing many peices of shells.
7	10.0	17.7	—	Gr.M	2.126	3.657	0.695	28.32	3.3	95.7	Containing gravels.
8	6.6	17.7	15.5	fM	2.858	4.916	—	31.10	0.3	99.1	
9	7.0	18.1	15.8	fM	2.069	3.559	0.149	39.64	1.9	99.3	
10	12.0	17.5	13.3	Sh.S.M	2.853	4.907	0.256	13.36	6.3	65.8	Containing many pieces of shells
11	13.0	17.5	13.3	Sh.M	2.764	4.754	0.354	7.65	7.8	92.6	Containing gravels and pieces of shells.
12	16.0	17.7	14.5	Sh.S.M	—	—	0.241	10.33	27.4	86.2	Containing many pieces of shells.
13	13.0	17.7	14.5	fM	1.980	3.406	0.237	15.93	0.3	99.1	
14	10.6	16.5	15.0	fM	1.569	2.699	0.264	9.99	0.5	96.7	



底質の粒度組成は第1表及び第2圖の等泥線によつて知られるように、港の南半は主として船舶の碇泊地となつていて、石炭滓などが投棄されることが多いために、礫としてこれらが多數見出され、St. 1, 5, 6, 12 などの礫の割合が多くなつている。St. 12 は港口で、港外に投棄された石炭滓の一部が、潮流の出入により洗出された礫とともに

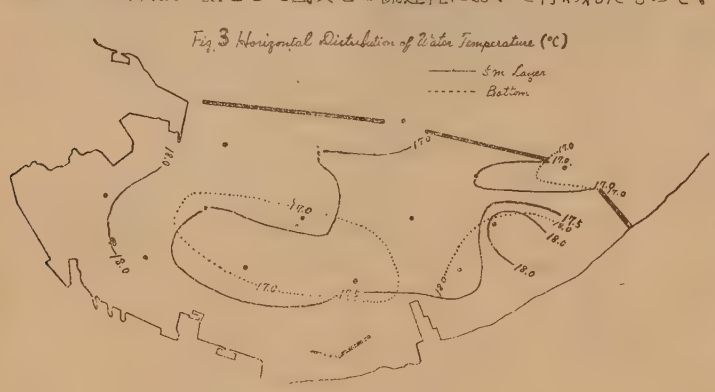
底質の相當大きな部分を占めている。岡礫とともに採取された貝はいづれも死貝で、しかも大部分は破片であつた。その種類はカガミガイ・ビノスガイ・エゾマテ・ヒメアサリ・サラガイ・カキ・エゾヌノメ・モモノハ・ツノガイで、他は小巻貝2種を含んでいた。生物としては多毛類が採取されたが、種名は不明である。

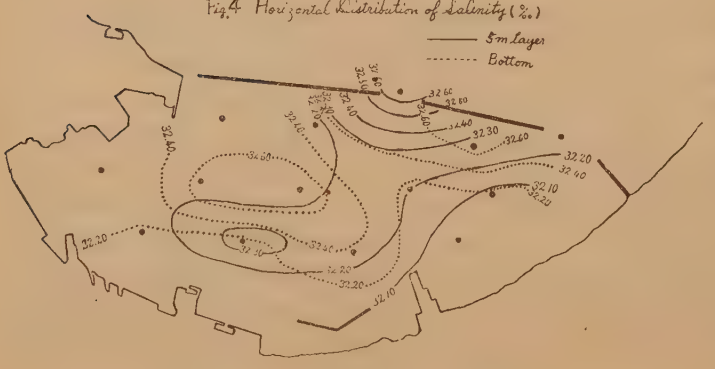
細土中の泥率についてみれば、極めて泥深く65.8～99.3%を占め、概觀的には港南より港北にかけて漸次增加しているが、港南の礫の多い地點 St. 1, 5, 6, 12 などについても 85% 以上で、港北の St. 3, 8, 9, 13 では實に 99% 前後となつている。港口の St. 12 は他の地點に比し割合泥分が少いのは、出入する潮流により洗われるものと思われるが、最近の水路部の調査によれば同地點附近には岩礁が露出している個所があることが明かになつた。

底質の有機炭素量及びその分布は第1表及び第2圖に掲げた通りであるが、港の南部に最も多く、中央に進むにつれて漸次減少する。有川阜頭西方 St. 8 附近に相當多量の有機物を含む底質が存在していることは、港の東奥の St. 2, 3 附近が陸岸に近く汚染の可能性も相當多いと思われるにも拘らず、却つて有機炭素量が少いことと共に注目に價し、水質調査の結果と比較して興味ある問題である。又全窒素量は投棄される汚物に由來するものの他、泥中のバクテリヤ數に相當影響を受けるもので、港の中央 St. 6, 7 が著しく多く、港南の St. 1 がこれに次いでいる。一般に海水の停滯し易く且つ有機物を多く含み、還元狀態が生じ易いと思われる個所に多いようである。

Ⅱ 水・　質

港内の水質調査は主として底質との關連性において行われたもので、そのため 5m 層及び底層を主とし、表層は測溫と pH のみに止め、採水分析した地點少く、海洋觀測としては充分とはいえないが、その結果は第2表の通りである。



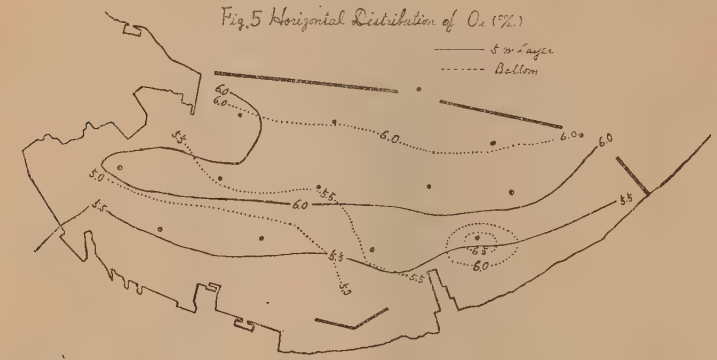


先づ鹽分、水溫より考察すれば、第3圖及び第4圖で見られるように港内を3區に大別して考えることができる。即ち都市汚水が流入停滯しているSt. 1,4,5, 及び10一帶の割合に低鹹高溫な水塊と、小河川が注入し、工場汚水が排出されるために稀薄された港北の水塊とこれら2つの水塊に挾まれ中央に深く入り込んでいる低溫高鹹の外洋性の水塊とが存在する。而して南北からの2つの水塊は表層及び5m層を割合淺く中央に張出し、港口よりの外洋水を

Table 2. Properties of Sea Waters in Hakodate Harbour.

St. No.	Depth of the observed layer m	Water temperature °C	pH	Salinity ‰	O_2 cc/l	H_2S mg/l	P_2O_5 mg/m³	SiO_2 mg/l
	0	17.8	8.2	31.94	5.92	0.24	21.3	1.75
1	5	17.6	8.2	32.18	5 57	0 23	13.3	1.55
	9	17 5	8.2	32.15	4 82	0.13	13.3	1.85
	0	17.2	8.2	—	—	—	—	—
2	5	16.7	8 2	32.31	5.58	—	13.7	2 00
	9.1	16.5	8.15	32.18	4.76	—	17.3	2.40
	0	18.8	8.1	—	—	—	—	—
3	5	17.4	8 15	32.24	5.71	0.31	10.5	1.55
	8.3	16.5	8.2	32.39	5.68	0.74	22.3	2.45
	0	19.4	8.15	—	—	—	—	—
4	5	18.1	8.15	32.11	6.19	0.13	32.0	1 45
	10	17.6	8.1	32.38	5.05	0 78	20.7	1.70
	0	18.1	8.2	—	—	—	—	—
5	5	17.5	8.2	32.17	6.17	—	25.0	1.50
	11 5	16.8	8.2	32.66	5 59	—	16.3	1.50
	0	18.4	8.1	31.92	6.30	0.20	20.3	1.70
6	5	17.7	8.1	32.18	6 19	0.41	20.3	1.35
	11.5	17.0	8.1	32.69	5.51	0.27	20 3	1.95
	0	18.8	8.2	—	—	—	—	—
7	5	17.1	8.2	32.20	6.40	—	17.6	1.45
	10	17.7	8.15	32.17	5.67	—	20.0	4 05
	0	18.1	8.1	—	—	—	—	—
8	5	17.2	8.1	32.04	6.67	0.37	19.3	1.50
	6.6	17.7	8.05	32.06	5.55	0 26	25.7	1.50
	0	18.4	8.2	—	—	—	—	—
9	5	18.2	8.2	32.08	6.54	0.43	19.3	1.45
	7	18.1	8.2	32.15	6 66	0 13	21.7	1.50
	0	18.1	8.2	—	—	—	—	—
10	5	17.6	8.2	32.15	5.96	—	17.9	1.50
	12	17.5	8.15	32.52	5.96	—	22.2	1 85
	0	18.1	8.15	—	—	—	—	—
11	5	17.5	8.1	32.15	6.12	—	18.5	1.40
	13	17.5	8.1	32.38	6.01	—	13.2	1.45
	0	18.1	8.2	32.08	6.30	—	23.7	1.35
12	5	17.9	8.1	32.62	6 34	—	14.0	1.35
	16	17.7	8.1	32 57	6.28	—	18.5	1.50
	0	17.7	8.1	—	—	—	—	—
13	5	17.0	8.1	32.27	6.13	—	17.9	1.45
	13	17.7	8.1	32.64	6.09	—	16.9	3.95
	0	17.8	8.15	31.99	—	—	—	—
14	5	16.8	8.2	32.22	6.03	0.37	31.2	1 70
	10.6	16.5	8.2	32 57	5 87	0.59	25.6	1.60

覆わんとしている。港外からの水はそのため潜入し、港央のSt. 2, 3にその影響をあらわし、その5m層には外洋性水塊の一部と思われる比較的高鹹低溫の水が存在する。底層に於ては、その水塊は幾分西へ移動し、St. 5, 6 附近に中心を有する相當大きな外洋性水塊となり、南北及び東部の低鹹水と拮抗している。又有川阜頭と第3防波堤との中間、即ち St. 8, 9 附近には流入する川の影響がみられ、且つ有川阜頭の築造のためSt. 14 より出入する潮流が阻まれ、こゝに一つの反流或は渦流が生じているのではなかろうかと想われる。この地點は後述の地の化學成分についても特異的分布を示し、興味がある。(第3, 4圖)



溶存酸素量は共存する有機物及びバクテリヤにより大きく支配されるが、同港の場合も第5圖のように大體排出される都市汚水の影響を大きく受けていると思われ、5m層水及び底水はともに大體海岸線と並行的であるが、渦流の存在を豫想されるSt. 8 附近には外洋水よりもむしろ酸素量の多い水塊が存在し、注目を惹く。(第5圖)

燐酸鹽を5m層についてみれば、第6圖のように港南のSt. 4 附近が最も多く北方に張出している。St. 1, 2, 3 の港東は割合燐酸塩が少いのは、塩分其他より考えてもこの附近取殘された外洋水の存在するためであろうと想像される。底層水については港の中央部を南北に細長く燐酸鹽の多い部分が存在している。(第6圖)

硅酸塩は主として陸水によるものであるから、第7圖のように港内に注入する汚水や河水によりその分布が支配されると思われるが5m層、底層共に大體海岸線と並行していて、都市より

の排水の影響を明瞭に示している。(第7圖)

その他硫化水素は海水の停滯と有機物の腐敗によるものであるが、St. 4, 5 の港奥の底層水に多い。

4 考 察

昭和19年來に函館海洋氣象台で行つた函館港の觀測結果と、本調査果結とを比較すれば、底質に關しては大差が認められない。但し前者の觀測においては粒度組成の分析結果が報告されていない。底質の性質から見れば、氣象台の場合はやゝ砂質のところが多いように思われる。これは底質が外觀上細砂の如く判斷された結果ではあるまいかと想像される。

粒度組成及び有機質量から貝類の棲息に適否を考えるに、昭和9年町田の調査によつて當時アサリの良漁場であつた港の北東側、即ち本調査の St. 2, 2, 7, 8, 9, 13 方面は、當時は泥30%前後で砂30%位の軟い底質であつたものが、今回の調査では95%以上が泥で、砂の混入率が非常に少くなつている。以前のアサリ場にこのように泥土が多くなつたのは、この方面に流入する4本の小河川によつて泥が運ばれてきて、沈下堆積したものと想像される。それは港内に於てアサリ・赤貝の多獲された時代、あるいは町田の調査された時に、現在みられる第2防波堤はなく第1及び第3防波堤も當時は現在よりも短かかつたため、港口が今より遙かに廣く、從つて外海の水が強く港内に流入し、河川によつて運び込まれて沈下する泥土が運び去られ、貝類棲息に適した砂泥底をなしていたものと考えられる。それが現在では防波堤の增築及び沿岸の埋立の進行により、港外の水の出入口が狹く、底水の移動が少くなり、河川の運びこむ泥が河口近くから沈下して稚貝の發生その他棲息條件に惡影響を與えるに至つたものと想われる。この方面に於ける河川の影響は泥土の有機質量及び水質に於ても認められる。即ち現在では粒度組成からみれば、アサリの棲息には適しなくなつているものと言うことができよう。

町田の調査によれば泥が70%位のところにも稀にはアサリが棲息しているが、かゝるところでは稚貝が泥土のために斃死するものであると述べている。アサリ場底質の粒度組成に關する報告は可成り發表されているが、測定方法が區々であるから嚴密な比較な出來ないけれども、東京灣に於ては牧[5](1915)は泥が20~30%のところに棲息するといゝ、平坂[6](1916)は1~3%の泥量を含む砂地であると報告し、竹内(1936)は1~7%の泥を含むところであると發表している。伊勢灣に於ては宮田[7](1918)によれば泥量が2~40%のところにアサリが棲息していると述べている。有明海のアサリ場は、藤森[8](1929)によれば砂率が60~80%のところであると報じ、倉茂[9](1936)によれば泥量1~3%の細砂地であると述べている。以上のようにアサリ場の底質調査結果は泥と砂との割合は區々ではあるが、いづれも砂が多く、泥率の少いところがアサリの棲息に適しているものと考えられる。

朝鮮に於けるアサリ場の調査結果では泥が2~5%で、砂也又は礫の多い場所にも棲息し、粒度組成に一定の限界は認められないと述べている。(倉茂 1941) 尙同氏の增養實驗によれば、泥のみ、砂のみ、又は礫のみという極端な土質中でも何等生存に差異のないことが確かめられている。從つてアサリの棲息は單に土質によつてのみ決定されるものではなく、他の環境要素によつて制約されるものであると結論している。

從來のアサリ場底質の調査報告は、粒度組成のみを問題としていて、有機質を檢討したものはない。倉茂も述べているように、アサリの棲息の粒度組成によつてのみ決定されるものでないことは勿論であるが、底質中の有機質量、その他食餌・潮流・水質などが綜合的にアサリの棲息を制約することになることは容易に考えられる。しかし粒度組成も一つの大きな環境要因として見のがし得ないもの

であろう。

函館港内底質の有機質含量についてみれば、港の南半分は北半分に比して多量の腐植質を含んでいることが分る。加藤・石塚[10]（1949）が行つた陸奥灣質調査の結果に於て、約4% 以上の腐植質を含む海底にはホクテガイが棲息し難いことを述べているが、もしアサリについても同様なことが適用されるとすれば港内全般に亘り有機質が多いので、適當とは言い難く、殊に港の中央より南は全く貝類の棲息に適しないといふことになる。從來のアサリ場即ち港の北東部も全然不適であるとは言い得ないにしても、相當有機質量が多く、又粒度組成の點より見ても好適とゆうことは出來ないであろう。しかし港奥でありながら、現在未だに多少ながらカガミガイ・アカザラガイ・アサリなどが採れているSt. 2, 3 附近の底質の腐植質が他の地點に比し少いのは、外洋性水塊の影響の存在と共に興味がある。

町田[1]の調査によれば水深 15～16m のよところで當時アカガイの棲息していたところの粒度組成は泥 85～95%、砂 15～5% であるから、底質の粒度組成のみから考えれば、港口附近一帶はまだアカガイの棲息には不適となつてはいないことになる。有機質含量については町田はふれていないから不明であるが、アカガイの減少の原因が、果して濫獲によるものかどうかは、將來の研究に俟つべきものと考える。

5 摘　　要

1) 函館港について底質と水質に重點をおき、貝類の棲息環境條件を調査研究した。
2) 函館港の底質の粒度組成は泥が大部分であるが、港の中央より南の港奥にかけて貝殻破片、石炭滓などを多く含んだ部分がある。然しこれらの部分に於ても泥分は 80% を超えている。港の北部及び北東部は特に泥が多くて 95% 以上であるが、港口は泥分が最も少い。
3) 底質の有機炭素量は港奥南部が最も多く、中央部に進むにつれて漸減し、港東部に少い部分がみられる。港北部の底質は有機物を多く含んでいるが、これは汚水や小河川の排出注入によるものと考えられる。
4) 底質の全窒素量は港央に多く、港南がこれについでいる。
5) 水質に於ては港内は大體3區に大別され、陸上より排出注入せられる都市汚水や、河水が停滯している港北部、及び港南部と、その中間を深く底層に差込んでいる中央部の外洋性水塊とが存在する。
6) 海水の酸素量及び硅酸塩量は共々に大體海岸線に平行した分布曲線を示し、燐酸塩は底層に於ては中央部に多いところがあり、5m 層では港南に最も多い部分があつて、それが北方に張出している。
7) 底質及び水質の以上の調査から、從來アサリの棲息適地となつていたところは粒度組成から見て適しなくなつたと思われる。又港南部は港北部に比べて多量の腐植質を含み、硫化水素も存在し、貝類の棲息には適しないものと判斷される。
8) 從來アカガイの棲息していた部分は、本調査の範圍では特に環境條件が變質したとは考えられない。從つて現在殆どこの貝の產しなくなつた原因については將來の研究に俟つべきものである。

7 文　　献

(1) 町田秀二（1934）蛸赤貝調査報告書、北水試函館支場

(2) 町田秀二（1937）赤貝採苗豫備試驗、北水試旬報、第359號
(3) 函館海洋氣象台（1945）函館港觀測報告、函館海洋氣象台海洋時報、第2號、1～29頁
(4) 佐藤勘三郎（1935）函館市誌
(5) 牧義男（1915）東京灣に於ける「あさり」「はかがひ」の棲殖、水產研究誌、第10卷、第1號、6～29頁
(6) 平坂泰介（1916）淺海利用調查報告、第1報、東京灣、農商務省水產局
(7) 宮田彌次郎（1918）淺海利用調查報告、第2報、伊勢灣、農商務省水產局
(8) 藤森三郎（1929）有明海干潟利用研究報告、福岡水產試驗場
(9) 倉茂英次郎（1941）朝鮮に於けるアサリ場の粒度組成より見たる土質、海と空、第21卷、第6號125～136頁
(10) 加藤健司、石塚孝成（1949）海洋底質の化學的研究（第1報）陸奥灣に於ける底質腐植質の分布について、水產學雜誌、第54號、7～11頁

（水產科學研究所業績第41號）

水產動物肉蛋白質の變性に關する研究

(第1報) 水溶性蛋白質の熱凝固について

高木光造 (水產食品化學教室)

STUDIES ON THE DENATURATION OF THE MARINE ANIMAL PROTEIN

1. ON THE HEAT-COAGULATION OF WATER SOLUBLE PROTEIN.

Mitsuzo TAKAGI

(Faculty of Fisheries. Hokkaido University.)

In recent years, many investigators have made various studies on the denaturation of the proteins arising from various causes. And the studies on the denaturation of the marine animal protein has been attempted by many investigators, such as W. Shimizu, and so on.

Although the results of those studies are known in some degree, the author has studied the problem from another point of view. That is, the author has studied the heat coagulation of the marine animal proteins (the author used *Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup, Limanda herzensteini Jordan et Snyder, Auxis hira kishinouye, Sebastichthys trivittatus Hilgendokf* as samples) and influence of various salts on the heat coagulation (sample: *Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*).

The principal results are summarized as follows:

1) According to the results of the author's study on the heat coagulation curves of the marine animal protein extracted by distilled water, water soluble proteins consists of two kinds of proteins differing at the coagulating point, and the coagulating point and curve of the proteins were discussed in connection with the surrounding temperature and the wideness of range of the marine animals.

2) The author has studied the influence of various salts on the heat coagulation and the change of hydrogen ion concentration. From the experimental results obtained, the author suggested that the denaturation of the protein added with salts by heat will be mainly caused by the exchangeable absorption of electrolytic ions. This absorption took place in the outside of the ionic double layer of protein molecules when the concentration of salt solution is low. And the denaturation will also take place by physical absorption of protein molecules when the concentration of salt solution is high.

1 緒 言

種々の原因により蛋白質はその狀態及び性質を變化するがその中熱による變性は最も古くから着目せられ、隨つて最もよく研究せられて來た現象である。熱變性の起るのは大體に於て可溶性蛋白質例

えば Albumin, Globulin 等に限られており、これらの蛋白質が變性した場合には水及び稀薄塩類溶液中の溶解力及び膨潤力が失われる。而してこの現象は溫度、時間、溶液の反應、水の存在及び溶液中に存在する電解質の性質と濃度等によつて影響せられ、特に水が存在しなければ變性は起らない事は Chick & Martin[1] 兩氏が Egg-Albumin について認めている所である。蛋白質の變性及び凝固に對する溶液のpH並びに電解質の影響に關しては同じく Chick & Martin[1] 兩氏が結晶 Egg-Albumin に付き、Weber[2] 氏は筋肉蛋白質につき報告している。同氏等によると溶液の pH が蛋白質の等電點に相當する pH に於て最も速かに變性し又最もよく凝固したと云う。而して電解質の影響は變性に於てはその存在は變性の速度を緩めるが、凝固に於ては逆にその速度を速め酸性溶液に於ては變性蛋白質粒子は＋に荷電し陰イオンにより沈澱せられ、アルカリ性溶液に於ては陽イオンによつて沈澱せられる。而して之等の添加イオンの影響は原子價數によりその作用能力は異なり、價數の增加と共にその影響も大となることが一般に認められている。

水產動物肉蛋白質の熱凝固に關しては清水氏が諸種の水產動物肉蛋白質の稀薄食塩水抽出液につき實驗し、各々凝固點を異にする2種類の蛋白質即ちミオゲン（Myogen）とミオシン（Myosin）より成る事を報告している。加熱による水產動物肉蛋白質の狀態の變化を知ることは生理學上並びに各種の水產食品製造上に極めて重要な事であり、而して蛋白質資源の乏しい我が國に於て水產動物肉蛋白質を最も有効に又高度に利用する道を拓くの急務なることは何人も認める所である。そのためには水產動物肉蛋白質に關する基礎的研究が必要であり、その一端として各種水產動物肉蛋白質の熱凝固と熱凝固に對する諸種の塩類の影響を試みた次第である。

2　實驗結果並びに考察

1. 水產動物肉蛋白質の熱凝固

試　料：一本實驗に用いた水產動物肉蛋白質は夏季（7月～8月）函館近海に於て漁獲せる極めて新鮮なるものを用い、種類としてはイカ（*Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*）、マガレ（*Limanda herzensteini Jordan et Snyder*）、ヒラソウダ（*Auxis hira Kishinouye*）、シマゾイ（*Sebastichthys trivittatus (Hilgendolf)*）の4種を用いた。

實驗方法：一新鮮なる精肉を採取し、其の挽肉 100g につき 400cc の蒸溜水を加え、更にトルオールを數滴加えて1時間攪拌した後 1cm のパルフ層にて吸引濾過して水溶性蛋白質原液（嚴密には細胞中の無機物質により極めて稀薄なる塩類抽出液である）を調製した。次いでこれを 10cc 宛試驗管に採り各種濃度の溫水浴中に振盪しつつ 10 分間浸漬後直ちに冷水にて冷却、濾過したる濾液5cc中の窒素を定量し原液 5cc 中の窒素量から減じて凝固せる窒素量を算出した。第1表並びに第1圖はその實驗結果を示したものである。

以上により各種水產動物筋肉水溶性蛋白質中凝固窒素の大部分は 55°～65° に於て凝固することが解る。これは Fürth[3] 氏により指摘せられた如く筋漿中の3種の蛋白質即ちミオシン（Myosin）、ミオゲン（Myogen）、及び可溶性ミオゲンフイブリン（Soluble Myogenfibrin）の中最も多量に存在するミオゲンに相當している事はいう迄もないが、本實驗に於ける水溶性蛋白質（嚴密には筋肉中の塩類の稀薄水溶液）中には凝固點の低いミオシンの1部が溶出している事は想像するに難くない。即ち本實驗に於ける水溶性蛋白質の熱凝固は何れも2階段に於て起り「イカ」に於ては第1段は 40° 附近より始まり 55° で終り、第2段は 65° 附近より始まり 80° で終つている。「マガレ」に於ては第1段は 3° 附近より凝固し始め 57.5° で終り第2段は前者と同じく 65° 附近より始まり 80° で終つている。然るに

Table 1.

Temp. (°) \ Sample	「*Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*」 pH; 6.2, Total N; 8.373mg		「*Limanda herzensteini Jordan et Snyder*」 pH; 6.4, Total-N; 7.219mg		「*Auxis hira Kishinouye*」 pH; 5.8, Total-N; 11.983mg		「*Sebastichthys trivittatus (Hilgendokf)*」 pH; 6.4, Total-N; 8.604mg	
	Heat-Coagu'ated Protein-N (mg)	Heat-coagulated Protein-N / Total-N %	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	Heat-Coagulated Protein-N / Total-N %	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	Heat-Coagulated Protein-N / Total-N %	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	Heat-Coagulated Protein-N / Total-N %
30.0	0.422	5.0	0.212	2.9	0.531	4.4	0.377	4.3
35.0	0.715	8.5	0.917	12.7	0.605	5.0	0.450	5.2
40.0	1.301	15.5	1.100	15.2	0.605	5.0	1.660	19.2
45.0	1.565	18.6	1.283	17.7	1.997	16.6	1.697	19.7
50.0	2.034	24.2	1.723	23.8	2.437	20.3	1.843	21.4
52.5	2.328	27.8	2.162	29.9	2.661	22.2	1.990	23.1
55.0	2.621	31.3	2.445	33.8	3.097	25.8	2.063	23.9
57.5	2.510	29.9	2.603	36.0	3.976	33.1	2.136	24.8
60.0	2.474	29.5	2.529	35.0	4.343	36.2	2.283	26.5
62.5	2.474	29.5	2.603	36.0	4.489	37.4	2.649	30.7
65.0	2.621	31.3	2.749	38.0	4.563	38.0	3.016	35.0
67.5	2.841	33.9	2.822	39.0	4.636	38.6	3.162	36.7
70.0	2.914	34.8	2.896	40.1	4.709	39.2	3.382	39.3
72.5	2.987	35.6	3.042	42.1	4.929	41.2	3.382	39.3
75.0	3.160	37.7	3.188	44.1	4.988	41.6	3.382	39.3
77.5	3.207	38.3	3.262	45.1	5.002	41.8	3.382	39.3
80.0	3.207	38.3	3.334	46.1	5.149	43.0	3.162	36.7
85.0	2.767	33.0	3.042	42.1	5.296	44.2	3.162	36.7
90.0	2.474	29.5	3.178	44.0	5.296	44.2	3.162	36.7
100.0	2.474	29.5	3.042	42.1	4.929	41.2	3.162	36.7

「ヒラソウダ」に於ては前二者と異つて凝固點が高く第1段は45°附近より凝固し始め65°附近で終り第2段は70°より凝固し始め90°附近で終つている。又「シマゾイ」に於ては凝固の2階段は明瞭には見ることを得ず、即ち40°附近より凝固し始め70°附近で終つている。これを總括するに各種水產動物筋肉水溶性蛋白質中には凝固點を異にする2種類の蛋白質群の存在する事が知られる。この事は清水氏[4]の實驗結果とよく一致するものであ

Fig. 1

●——● *Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup.*

○——○ *Limanda herzensteini Jordan et Snyder.*

▲——▲ *Auxis hira kishinouye.*

△——△ *Sebastichthys trivittatus (Hilgendokf.)*

り、而して魚種により夫々凝固點を異にするは各々棲息の環境溫度に適合した結果に由來するものでなかろうか。即ち「ヒラソウダ」は「マガレ」「シマゾイ」に比し環境溫度は高く隨つて低溫度にて凝固する窒素の割合は少く又凝固點も高かつたと推論し得られる。尙近藤氏[3]及び共同研究者によれば蛋白質は同種類間に於ても多數の基成分劃の集合であつて環境により蛋白質の組成が常に一定するものでなく彷徨變異することが認められてゐるが「ヒラソウダ」の如く廻游性の魚類にありては環境に對する溫度の適應範圍は狹く、隨つて凝固曲線の傾斜は比較的急であつたが「マガレ」「シマゾイ」の如く沿岸に棲息する魚類にありては四季を通じて漁獲され環境に對する溫度の適應範圍は廣く、隨つて凝固曲線の傾斜は比較的緩かであつた。「イカ」に於ては廻游性の動物であるが北海道に於ては 6 月から 12 月の 6 ヶ月間に亙り漁獲され環境溫度に對する適應範圍も甚だ廣く、隨つて凝固曲線の傾斜は比較的緩かであつたように思われる。この事も今後の實驗に於て更に究明したいと考えている。

Ⅱ 水產動物肉蛋白質の熱凝固に對する諸種塩類の影響

試料及び實驗方法：一本實驗に使用した試料は秋季（9月～10月）函館近海に於て漁獲された「イカ」のみを用い前記同樣の處理をして得られた水溶性蛋白原液 5cc に種々なる濃度の塩類溶液 2.5cc を加えて 60° の溫水浴中に前記同樣處理して凝固せる窒素量を算出した。而して實驗に用いた塩類は NaCl, Na_2SO_4, Na_3–Citrate, $CaCl_2$ であり、pH は比色法により測定した。

1. 蛋白溶液が等電點（pH：5.30）よりアルカリ側にある場合

A. 陽イオンの影響

陽イオンの影響を比較するために使用せる塩類は NaCl, $CaCl_2$ の如き塩化物を用いた。第2表及び第2圖はその實驗結果を示したものである。

Table 2. Influence of Cation.

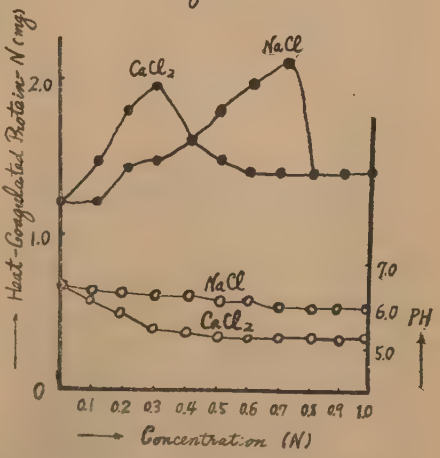
[*Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*]

pH; 6.2, Temp.; 60°

Total-N in 5c.c.; 6.015 mg.

Kind / Concent-ration(N)	NaCl Heat-Coagulated Protein-N (mg)	NaCl pH	$CaCl_2$ Heat-Coagulated Protein-N (mg)	$CaCl_2$ pH
0	1.251	6.4	1.251	6.4
0.1	1.251	6.3	1.544	6.1
0.2	1.397	6.3	1.838	5.8
0.3	1.544	6.2	1.983	5.4
0.4	1.691	6.2	1.691	5.3
0.5	1.838	6.1	1.544	5.2
0.6	1.983	6.1	1.397	5.2
0.7	2.055	6.0	1.397	5.2
0.8	1.397	6.0	1.397	5.2
0.9	1.397	6.0	1.397	5.2
1.0	1.397	6.0	1.397	5.2

Fig. 2



B. 陰イオンの影響

陰イオンの影響を比較するために使用せる塩類は NaCl, Na_2SO_4, Na_3–Citrate の如き Na– 塩を用いた。第3表及び第3圖はその實驗結果を示したものである。

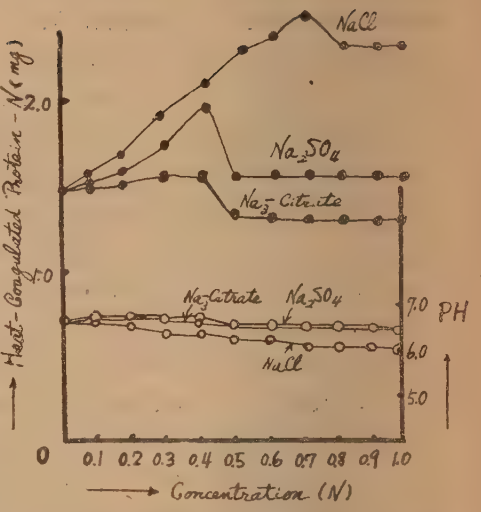
Table 3. Influence of Anion.

「*Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*」

pH ; 6.2 Temp ; 60° Total-N ; 5.668 mg.

Kind / Concentration (N)	NaCl		Na_2SO_4		Na_3-Citrate	
	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH
0	1.491	6.4	1.491	6.4	1.491	6.4
0.1	1.637	6.3	1.549	6.4	1.520	6.4
0.2	1.784	6.3	1.667	6.4	1.564	6.4
0.3	1.930	6.2	1.784	6.4	1.564	6.4
0.4	2.076	6.2	1.933	6.4	1.564	6.3
0.5	2.222	6.1	1.637	6.3	1.344	6.3
0.6	2.369	6.1	1.637	6.3	1.344	6.3
0.7	2.517	6.0	1.637	6.3	1.344	6.3
0.8	2.268	6.0	1.637	6.3	1.344	6.3
0.9	2.268	6.0	1.637	6.3	1.344	6.3
1.0	2.268	6.0	1.637	6.3	1.344	6.3

Fig. 3



以上より一般に塩類の添加により熱凝固の速度は速められるが、蛋白溶液が等電點よりアルカリ側に於ては變性蛋白粒子は－に荷電し陽イオンによつて沈澱せられ塩類溶液の濃度が低濃度（0－0.4N）に於ては $Ca^{\cdot\cdot} > Na^{\cdot}$ の順で2價の陽イオンは1價の陽イオンより沈澱能が大であつたが高濃度（0.5N以上）に於てはこの關係は逆轉している。即ち $CaCl_2$ の沈澱能は 60° に於ては 0.3Nの濃度にて最大となるが NaCl の沈澱能は 0.7N の濃度にて最大値を示し、何れにおいても凝固窒素は一旦減少して以後恒量を保つに至つてゐる。又 pH の變化は蛋白質の沈澱が最大値を示す點迄は徐々に變化するが、その後は一定となつた。而して $CaCl_2$ の場合には NaCl の場合より pH の變化は著しかつた。

陰イオンの沈澱能は蛋白溶液の pH が等電點よりアルカリ側にあるときは $Cl' > SO_4'' > Citrate'''$ の順であり Na_3-Citrate の場合には凝固窒素は反つて減少している。而して pH の變化は殆んど起らなかつた。

これを要するに蛋白溶液が等電點よりアルカリ側に於ては蛋白質は Acidoid として行爲し Cation によつて沈澱せられその稀釋溶液に於ける Cation の吸着は界面に於けるイオン的複層の外側の可動層に於ける交換吸着機作によるものが支配的であると見られ、溶液の濃度が漸く濃厚となり吸着媒の解離傾向が抑壓される頃から吸着媒の同極性部分のイオンに對する物理的吸着が支配的意義を示すに至ると思われる。隨つて pH の變化はイオン的複層の外側の可動層に於ける陽イオンの交換吸着が行われる迄は徐々に變化するが物理的吸着が行われるに到り一定となることが了解し得られる。同樣に蛋白溶液が等電點よりアルカリ側に於てはイオン的複層の可動層に於ける陰イオンの交換吸着は殆んど行われず、隨つて pH の變化も殆んど見られなかつたのではなかろうか。而して $CaCl_2$ の場合には濃度の增加と共に蛋白粒子の荷電に變化を及ぼし凝固窒素の一部が再び分散せられたものと解せられる。之等の點は pH の變化より見て推察される所であり Chick & Martin 兩氏も Egg-Albumin について觀察している所である。

2. 蛋白溶液が等電點（pH：5.3）より酸性側にある場合

前記の如くして調製せる抽出液300ccに對し 1/10 NHCl 50c.c.を加えた。然る時は pH4.0 なる蛋白原液を得たのでそれを使用した。

A. 陽イオンの影響

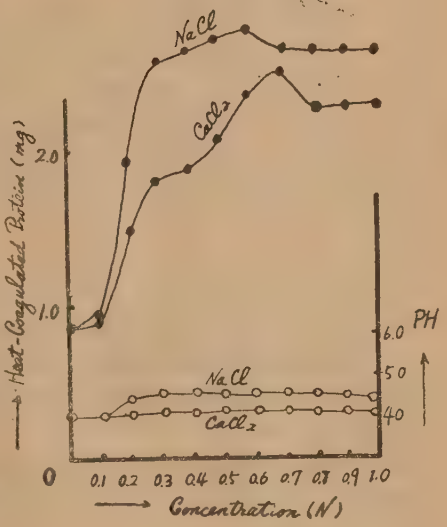
陽イオンの影響を比較するため前記同様 NaCl, $CaCl_2$ の如き塩化物を用いた。第4表及び第4圖はその實驗結果を示したものである。

Table 4. Influence of Cation

「*Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*」
pH; 3.95, Temp; 60°,
Total-N in 5 c.c.; 5.077 mg.

Kind / Concentration (N)	NaCl		$CaCl_2$	
	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH
0	0.827	4.0	0.827	4.0
0.1	0.973	4.0	0.827	4.0
0.2	1.925	4.4	1.560	4.1
0.3	2.511	4.6	1.706	4.2
0.4	2.657	4.6	1.852	4.2
0.5	2.730	4.6	2.044	4.2
0.6	2.803	4.6	2.336	4.2
0.7	2.657	4.6	2.482	4.2
0.8	2.657	4.6	2.263	4.2
0.9	2.657	4.6	2.263	4.2
1.0	2.657	4.6	2.263	4.2

Fig. 4



B. 陰イオンの影響

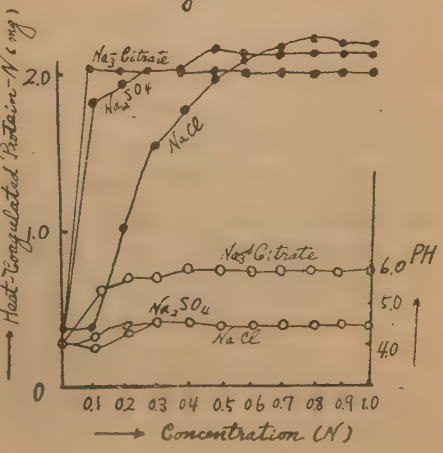
陰イオンの影響を比較するため前記同様 NaCl, Na_2SO_4, Na_3-Citrate の如き Na-塩を用いた。第5表及び第5圖はその實驗結果を示したものである。

Table 5. Influence of Anion.

「*Ommastrephes sloani pacificus Steenstrup*」
pH; 4.0, Temp.; 60°, Total-N in 5c.c; 5.068 mg

Kind / Concentration (N)	NaCl		Na_2SO_4		Na_3-Citrate	
	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH	Heat-Coagulated Protein-N (mg)	pH
0	0.318	4.0	0.318	4.0	0.318	4.0
0.1	0.318	4.0	1.843	4.4	2.077	5.6
0.2	1.051	4.4	1.930	4.5	2.004	5.8
0.3	1.535	4.6	2.004	4.6	2.004	5.8
0.4	1.784	4.6	2.007	4.6	2.004	5.9
0.5	1.960	4.6	2.224	4.6	2.004	5.9
0.6	2.150	4.6	2.164	4.6	2.004	5.9
0.7	2.224	4.6	2.164	4.6	2.004	5.9
0.8	2.297	4.6	2.164	4.6	2.004	5.9
0.9	2.224	4.6	2.164	4.6	2.004	5.9
1.0	2.224	4.6	2.164	4.6	2.004	5.9

Fig. 5



以上から蛋白溶液が等電點より酸性側に於てはion的複層の外側の可動層に於ける陽イオンの交換吸着は殆んど行われず、陰イオンが吸着され、隨つてpHはアルカリ側に移動している。而して陽イオンの沈澱能は $Na^{+}<Ca^{++}$ の順で1價の陽イオンは2價の陽イオより沈澱能が大なることが認められ一方陰イオンの沈澱能は塩類溶液が低濃度（0～0.4N）に於ては $Citrate^{---}>SO_4^{--}>Cl^{-}$ の順であるが高濃度（0.5N以上）に於てはこの關係は逆轉している。尙 Na_3–Citrate の場合にはpHは著しく變化し等電點よりアルカリ側に移行しているがこれは云ふ迄もなく塩基性塩（Na_3–Citrate）の存在によるものと思われる。

然しもとより斯の如き中性塩によるイオンの影響はこれらの塩類が水溶液中で必ずしも中性の溶液をつくるとは限らないものであつてLoeb氏が强調してゐる如くpHの一定なる場合に於てのみ蛋白溶液に對する各種イオンの沈澱能の大小を比較出來るのである。即ち之等塩類の添加によりpHの變化が起る場合にはpHの變化による蛋白質の析出沈澱とも見做し得るのである。

これを要するに蛋白質の熱凝固に對する塩類の影響は溶液のpH，原子價並びにイオンの特異作用をも併せ考えねばならないものである。

3　總　　括

以上實驗結果を要約すると次の如くである。

1. 各種水產動物肉を水で抽出せる蛋白溶液に就て加熱凝固曲線を求めた結果夫々凝固溫度を異にする2種の蛋白群の存在を認めた。而して蛋白質の凝固溫度と凝固曲線を魚類の環境溫度と廻游性との關係の下に考察した。

2. 水產動物肉蛋白質の熱凝固に對する諸種塩類の影響を實驗した。併せてpHの變化を觀察し、以上の實驗結果を蛋白粒子のイオン的複層の外側に於けるイオンの交換吸着、並びに物理的吸着によるものと示唆した。

本研究は文部省科學研究費によりて遂行し得たのである。記して文部省に對して謝意を表する。又終りに臨み本報告の御校閲を賜わつた本學部教授農學博士、醫學博士村田喜一先生に深甚なる謝意を表する次第である。

4　文　　献

(1) Chick, H. & Martin, C. J. (1910, 1911, 1912, 1913)：J. Physiol., vol. 40, pp. 404, vol. 43, pp. 1, vol. 45, pp. 61, ibid., vol. 43, pp. 1, Kolloid. Chem. Beihefte, vol. 5, pp. 49
(2) Weber (1925)：Biochem. Z., vol. 158, pp. 443.
(3) Fürth, O. V. (1895)：Arch. f. Exper. Pharm. u. path., vol. 36, pp. 231
(4) 清水亘 (1943)：日水誌　第12卷、第3號
(5) 近藤金助 (1933)：日　化　第54卷、386頁、399頁、486頁、904頁
(6) Loeb (1924)："Proteins and the Theory of Colloidal Behaviour".

（水產科學研究所業績第42號）

海藻に關する化學的研究

(第1報)「アナアヲサ」の蛋白質に關する研究

高木光造 (水產食品化學教室)

CHEMICAL STUDIES ON THE SEAWEEDS.

1. STUDIES ON THE PROTEIN OF THE SEA LETTUCE.

Mitsuzo TAKAGI

(Faculty of Fisheries. Hokkaido University.)

Studies of the protein in the Sea lettuce (*Ulva pertusa Kjellman*) have formerly been made on the amount of crude protein, seasonable change of nitrogen and the amount of cystin. Therefore the author has studied the properties of the protein of the Sea lettuce in detail, and obtained the following results:

1) The amount of crude protein in the Sea lettuce is more than in other seaweeds, and it is 31.55% of the dried matter of the seaweed.

2) The solubility of the protein in the Sea lettuce was estimated by solutions of sodium chloride and sodium hydroxide in various concentrations. And the results showed that 0.5~1.0 N solutions are suitable for the isolation of the protein from the Sea lettuce.

3) Four kinds of proteins were isolated from the Sea lettuce: the water soluble protein I (W. S. P. I) is precipitated in the half saturated ammonium sulphate solution; the water soluble protein II (W. S. P. II) in the $^2/_3$ saturated ammonium sulphate solution added with 2 N acetic acid; Sodium chloride soluble protein (S. S. P.) in the $^2/_3$ saturated ammonium sulphate solution; and the alkali soluble protein (A. S. P.) in the half saturated ammonium sulphate solution with 2 N acetic acid added.

4) The forms of nitrogen of the Sea lettuce powder and of the isolated proteins are determined by the method of Van Slyke. The results showed that the nutritive value of the protein of the Sea lettuce is inferior to that of an edible algae (*Porphyla tenera*).

5) The isoelectric point of the proteins isolated from the Sea lettuce was determined as the following: pH 4.171 (W. S. P. I), 4.325 (W. S. P. II), 3.903 (S. S. P.), 3.92 (A. S. P.) respectively and these values varied distinctly from animal proteins. This difference is due to their constitution: that is to say, the amount of monoamino acid of the Sea lettuce is more than that of the animal proteins, and the diamino acid of the former is less than that of the latter.

6) Solution of the protein isolated from the Sea lettuce was photographed in a spectrograph, and the extinction curve was traced. The curve showed that the wave length of spectrograph at the maximum and the minimum absorption point was 290 mμ and 270

mu respectively in all the protein isolated, but the value of $\triangle E^{1\%}_{1cm}$ increased in the following order; the S. S. P., W. S. P. I and A. S. P.

7) The amount of Tyrosine and Tryptophan in the protein isolated from the Sea lettuce was calculated according to Holiday's formula. Tyrosine was 4.92--18.80% and Tryptophan was 0.20--0.89 %.

We know that the amount of the iodine in seaweeds is much. It is interesting that the amount of iodine has probably an intimate relation with the amount of Tyrosine in the protein isolated from the Sea lettuce. But this problem will be considered later.

1 緒 言

「アナアヲサ」(Sea lettuce, *Ulva pertusa Kjellman*) は本邦沿岸各地に産する最も普通の海藻で「アヲサ」と稱し、東京灣沿岸では「カワナ」「バンドウアヲ」とも稱する。干潮線附近に最も多いが又干滿線間にも干潮線下10數尺のところにも生え岩石、介殻、棒杭其の他あらゆるものに着生する。薄い膜質であるが質は粗慥で大きな皺を有し、緣邊には波皺がある。輪廓は不規則で葉面に大小不同の孔を有つ蘆綠色の植物で大さ3,4寸から稀に2尺位にも育つものがある。

採取後洗滌乾燥又はこれを粉末として食用に供し、或いは粉碎混和して養鷄飼料として用いられており、諸外國に於てもハワイ、アイルランド並びにアラスカ地方に於ては廣く食用に供せられており、其の利用せられてゐるところも少くない

然るに「アナアヲサ」の蛋白質に關する從來迄の研究は蛋白質含有量[1] 並びに窒素含有量の季節的變化[2] 及びシスチンの含有量[3] にとゞまるのみである。よつて筆者は「アナアヲサ」に關し各種の試驗を行いその結果を報告して參考に供するものである。

2 實驗成績と考察

〔1〕「アナアヲサ」の一般成分

函館市外七重濱にて採取せる新鮮物の水分を定量したる後水道水にて洗滌し、塩分、砂礫等を除去して日光にて風乾し、更に100°の水浴乾燥器中にて乾燥したる後粉碎して粉末となし、常法に依り一般分析を行つた。然る後新鮮物に換算して第1表の如き結果を得た。

Table 1. General composition of 「Sea lettuce」

% of fresh matter						% of dry matter				
Water	Ash	Crude Fat	Crude Protein	Crude Fiber	Soluble non N-compound	Ash	Crude Fat	Crude Protein	Crude Fiber	Soluble non N-compound
72.26	3.93	0.08	8.75	1.76	13.22	14.20	0.29	31.55	6.36	47.60

上表中粗蛋白量は全窒素の定量値に係數を乘じ、又可溶性無窒素物は以上の分析値の差を以て表わした。これより「アナアヲサ」は他の藻類に比し窒素を比較的多く含み、粗蛋白量として 31.55% を含有することを認め得た。

〔2〕「アナアヲサ」の各種溶媒に對する溶解度

海藻中に存在する蛋白質は一種のものでなく、異なつた幾種かの蛋白質より成立つている事は既に田所、安部及び吉村三氏[4]により證明されているが「アナアヲサ」より蛋白質を分別抽製するに先立ち各種濃度の溶媒に對する溶解度を求めてみた。即ち新鮮なる海藻 10g をとりよく磨砕したる後之に 100c.c の各種濃度の溶媒を加え振盪攪拌したる後一夜放置し、遠心分離して上澄液 20c.c をとり、その中の窒素を定量して溶出せる窒素量を求めた。第2表及び第1圖はその結果を示したものである。

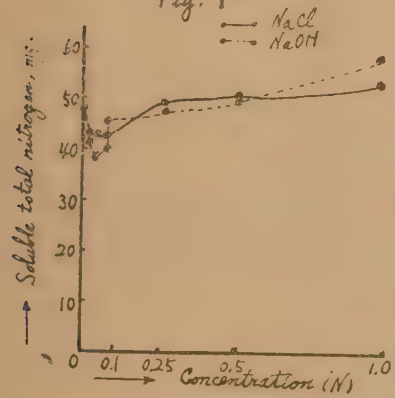
Table 2. Solubility of Sea lettuce on the several solvents.

Total-N in fresh matter 10g; 140·0mg.

Kind	Concentration (N)	0	0.01	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	1.0
NaCl	Soluble total N mg.	48.04	42.89	42.89	42.89	42.89	49.30	52.71	54.48
	Soluble total-N / Total-N %	34.31	30.63	30.63	30.63	30.63	35.21	37.65	38.91
NaOH	Soluble total-N mg.	48.04	41.77	37.05	39.08	43.79	47.16	52.56	59.09
	Soluble total-N / Total-N %	34.31	29.83	26.46	27.91	31.27	33.68	37.54	42.20

以上の結果により「アナアヲサ」中には可溶性の窒素が相當量含有せられていることが知られる。而して NaCl の場合には、その稀釋溶液に於て溶解度は減少したが、0.1N までは恒量を保ち、それより濃度の增大につれて次第に溶解度を增加し、又 NaOH の場合に於いてその稀釋溶液にあつては溶解度を減少し、0.025N の時に最小量を示したが、それより濃度が增大するにつれて溶解度が增加したことを認めたのである。よつて「アナアヲサ」より蛋白質を分別抽製する場合には溶媒の至適濃度は 0.5~1.0N であると思考せられる。

Fig. 1



〔3〕「アナアヲサ」より蛋白質の分別抽製（第2圖參照）

A. 水溶性蛋白の分別調製

新鮮物 500g に蒸溜水 1L を添加し、2時間攪拌して氷室に 24 時間放置したる後 1cm のパルプ層にて吸引濾過し、淡綠色を呈せる微混濁液 1.1L を得た。その全窒素は 0.599g であつて、新鮮物 500g 中の全窒素 7.0g に對して 8.55% であつた。これに飽和硫安溶液を等量加えて硫安 1/2 飽和となし、生ずる沈降物を 1 日間放置して上澄液をサイフオンにて分ち、次いで遠心分離して得られた沈降物を 10日間透析したる後アルコール、エーテルにて處理し眞空デシケーター中で乾燥し水溶性蛋白 I 0.07g を得た。上澄液1.1L に更に飽和硫安溶液を加えて硫安 2/3 飽和となし 2N 醋酸 50c.c. を加えて pH4.0 となし生ずる沈降物を 1 日間放置後上澄液をサイフオンにて分ち、次いで遠心分離して得られた沈降物を前記同樣透析、脫水、乾燥して水溶性蛋白 II 0.25g を得た。

B. 塩類可溶性蛋白の分別調製

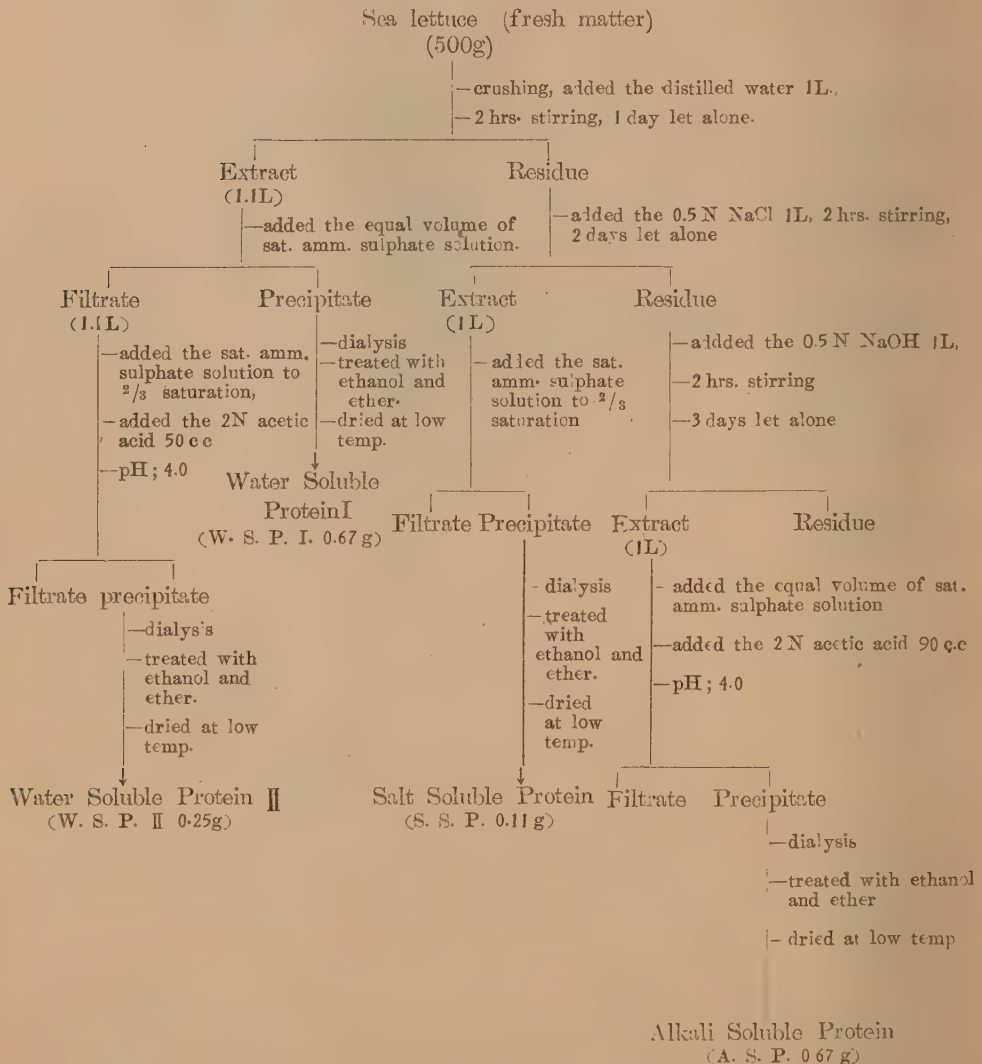
蒸溜水不溶殘渣に 0.5N NaCl 1L を添加し、2 日間攪拌したる後氷室にて 2 日間放置し、その後 1cm のパルプ層にて吸引濾過し、微混濁液 1L を得た。その全窒素は 0.616g にして全窒素に對して 8.8% であつた。これに飽和硫安溶液を加えて硫安 2/3 飽和として生成せる沈降物を 1 日間放置して上澄液をサイフオンにて分ち遠心分離して得られた沈降物を前記同樣處理して塩類可溶性蛋白 0.11g

を得た。

C. アルカリ可溶性蛋白の分別調製

上記塩類溶液不溶殘渣に 0.5N NaOH 1L を添加し、2時間攪拌したる後、氷室に3日間放置し、その後前記同様濾過し混濁液 1L を得た。その全窒素は 0.801g にして全窒素に對し 11.44% であつた。これに飽和硫安溶液を等量加えて硫安 1/2 飽和とし 2N 醋酸 90c.c. を加えて pH4.0 とし生じたる沈降物を前記同様處理してアルカリ可溶性蛋白 0.67g を得、第2圖に以上を圖示した。

Fig. 2. Isolation of the proteins from the Sea lettuce.



これらの分別調製蛋白の收量並びに性狀を比較すれば第3表の通りである。

Table 3. Yield and nature of the proteins isolated from the Sea lettuce.

Sample	Yield g	Colonr	Water %	Nitrogen (drymatter) %	Biuret reaction	Xantho-protein reaction	Millon reaction	Adamki-cwitz reaction	Sakaguti reaction
W. S. P. Ⅰ	0.67	Olive Buff	16.47	16.089	++	+	+	+	++
W. S. P. Ⅱ	0.25	Olive Buff	16.11	16.057	++	+	+	+	++
S. S. P.	0.11	Dark Citrine	11.51	15.982	++	+	+	+	++
A. S. P.	0.67	Light Browish	5.01	12.113	++	+	+	+	++

〔4〕「アナアヲサ」蛋白質の窒素の形態。

上記の方法にて分別調製せる蛋白質中收量の多かつた水溶性蛋白Ⅰと、アルカリ可溶性蛋白、及び「アナアヲサ」乾燥粉末に就き常法により加水分解したる後 Van Slyke 氏法により各種形態の窒素を定量した。第4表はその實驗結果を示したものである。

Table 4. Nitrogen forms of the Sea lettuce

N-forms	% of dry matter	% of protein isolated (dry matter)		% of nitrogen dissolved in boild HCl		
	Sea lettuce Powder	W. S. P. I.	A. S. P.	Sea lettuce powder	W. S. P. I.	A. S. P.
Total-N	5.048	16.089	12.133	——	——	——
N. undissolved in boiled HCl	0.178	0.127	0.245	——	——	——
N. dissolved in boiled HCl	4.870	15.962	11.888	——	——	——
Amide-N	0.380	2.780	1.205	7.802	17.416	10.136
Humin-N	0.150	0.201	0.285	3.080	1.258	2.397
Total-N in form of bases	0.923	3.021	1.978	18.952	18.938	16.638
Amino-N in form of bases	0.484	1.699	1.078	9.938	10.644	9.067
Arginine-N	0.553	1.638	1.084	11.355	10.261	9.118
Histidin-N	0.037	0.141	0.129	0.759	0.883	1.085
Lysin-N	0.212	0.820	0.632	4.353	5.137	5.316
Cystin-N	0.121	0.422	0.133	2.484	2.643	1.118
Total-N in filtrate from bases	2.666	9.682	8.312	54.743	60.656	69.919
Amino-N in filtrate from bases	2.536	9.331	7.983	52.073	58.457	67.151
Total	4.119	15.684	11.780	84.579	98.268	99.090

第4表より「アナアヲサ」粉末（乾物）の全窒素中約96%が加水分解によつて可溶性の形となり、その可溶性窒素の 7.8% がアンモニア態窒素、3.0% がヒューミン態窒素、18.0% が塩基態全窒素、54.7% がモノアミノ態窒素にして塩基性窒素の半量以上のものがアルギニン態窒素にして、リジン態窒素、シスチン態窒素これに次ぎ、ヒスチヂン態窒素は最も少かつた。水溶性蛋白Ⅰにありては塩基

Table 5. The isoelectric point of the proteins isolated from the Sea lettuce.

Composition of the buffer solution					W. S. P. I Total-N in 2c.c; 1.344mg		W. S. P. II Total-N in 2c.c; 1.346mg		A. S. P. Total-N in 2c.c; 1.414mg	
0.05N NaOH c.c	0.1 N NaOH c.c	0.2 N acetic acid c.c	Water	96 % ethanol	pH determined	Precipitated protein-N. mg.	pH of filtrate	precipitated protein-N. mg.	pH of filtrate	precipitated protein-N. mg.	pH of filtrate	precipitated protein-N. mg.	pH of filtrate
2	0	4.0	1	2	3.435	0.463	3.777	0.311	3.860	0.871	3.762	0.873	3.771
2	0.2	3.8	1	2	3.650	0.672	3.883	0.463	3.976	0.974	3.868	1.007	3.872
2	0.4	3.6	1	2	3.860	0.873	3.980	0.738	4.100	1.009	3.909	1.075	3.920
2	0.6	3.4	1	2	4.135	0.940	4.174	1.119	4.235	0.946	3.989	0.940	4.032
2	0.8	3.2	1	2	4.300	0.906	4.200	1.209	4.325	0.806	4.115	0.806	4.168
2	1.0	3.0	1	2	4.595	0.672	4.453	0.939	4.474	0.608	4.320	0.608	4.350
2	1.2	2.8	1	2	4.700	0.537	4.511	0.738	4.532	0.537	4.400	0.537	4.422
2	1.4	2.6	1	2	4.875	0.389	4.640	0.537	4.661	0.403	4.530	0.389	4.552
2	1.6	2.4	1	2	5.025	0.268	4.738	0.389	4.760	0.336	4.623	0.268	4.650
2	1.8	2.2	1	2	5.145	0.134	4.821	0.233	4.845	0.233	4.705	0.134	4.731
2	2.0	2.0	1	2	5.335	0	4.930	0	4.951	0.134	4.815	0	4.843

態窒素が多く、モノアミノ態窒素は比較的少かつたが、アルカリ可溶性蛋白にありては前者に比し、塩基態窒素が少くモノアミノ態窒素は比較的多かつた。何れの蛋白に於ても塩基態窒素の半量以上のものがアルギニン態窒素にしてリジン態窒素これに次ぎヒスチヂン態窒素は最も少かつた。これを以て「アナアヲサ」蛋白質の榮養價を論ずるに「アサクサノリ」蛋白質には及ばないが、かなりな榮養價を有するものと思われる。然し乍らもとより海藻の蛋白質の榮養價は消化の難易によるものであるから海藻の消化率試験を行つた後に始めてその眞價を明らかになし得る事と思う。

〔5〕「アナアヲサ」蛋白質の等電點

筆者は以上の如き蛋白の調製法に從つて得た蛋白に付き蛋白の等電點を求めた。即ち0.125gの蛋白を秤取し再溜水を加えてよく捏和後12時間室溫に靜置し、ほゞ均等に膨化せしめて易溶狀態となし、然る後適當量の再溜水と共に25c.c. 容のフラスコに移し、更に0.1N NaOH 12.5c.c を滴加、再溜水を加えて全容を25c.c. となし、蛋白を溶解せしめて供試蛋白溶液とした。かくする時は NaOH の濃度は0.05N である所の蛋白液（0.5%）を得られる。この蛋白液を2c.c. 宛採り之に一定の pH を有する稀薄なる緩衝液と再溜水を加えて7c.c となし、更に96%エタノール 2c.c. を加えて一夜靜置したるとき蛋白を最大量に析出沈澱せしむる溶液の pH を以て蛋白の等電點とみなしたのである。第5表並びに第3圖は其の結果を示したものである。

以上より水溶性蛋白質 I 及び II、塩類可溶性蛋白質、アルカリ可溶性蛋白質の等電點は夫々 pH＝4.174, 4.225, 3.909, 3.920なることを知り得た。

而して一般に海藻の蛋白質の等電點が他の蛋白質のそれに比し酸性側にあるのは塩基態窒素

の含量が少く、モノアミノ態窒素の含量が多いためと考えられる。而して水溶性蛋白質、アルカリ可溶性蛋白質の等電點が夫々異ることは前記窒素の形態より見ても容易に領かれるところであろう。

〔5〕「アナアヲサ」蛋白質の吸收スペクトル。

「アナアヲサ」より前記の方法にて調製せる蛋白質につき次の方法にて吸收スペクトル寫眞を撮影し、蛋白質中にチロシン及びトリプトフアンの如き環狀アミノ酸の有無を檢定してみた。即ち秤量瓶に蛋白 18mg をとり再溜水を少量添加して蛋白を充分膨化せしめ、正確に 2 時間後 0.2N NaOH 50cc とほぼ等量の再溜水に溶解して 100cc に充し NaOH 添加後正確に 2 時間して 2cm の容器を用いて吸收スペクトル寫眞を撮影して $\log I/I_0$ を求めた。然る後各試料の水分を定量し、無水物に供試蛋白量を換算し、蛋白 1 %溶液を液層 1cm の容器にて撮影した時の吸光係數 $E^{1\%}_{1cm}$ を算出した。

第 6 表はスペクトル寫眞撮影に用いた蛋白の種類、供試蛋白量、水分、窒素、溶解狀態等を示したものである。

Table 6.

Sample	Protein of the Sea lettuce: Water %	Total-N (dry matter) %	amount of protein supplied for experiment %	dissolved state	amount of nitrogen in 100 c.c of protein solutions is dated from the Sea lettuce mg.	amount of protein supplied for experiment (dry matter) %
W. S. P. I	16.47	16.089	0.018	dissolved completely, colourless and transparent, take a photograph by 2cm tube	2.415	0.0150
S. S. P.	11.51	15.982	0.018	the same as the above	2.544	0.0159
A. S. P.	5.01	12.113	0.018	dissolved completely, light-yellow colour and transparent, take a photograph by 2 cm tube.	2.060	0.0170

Fig. 4

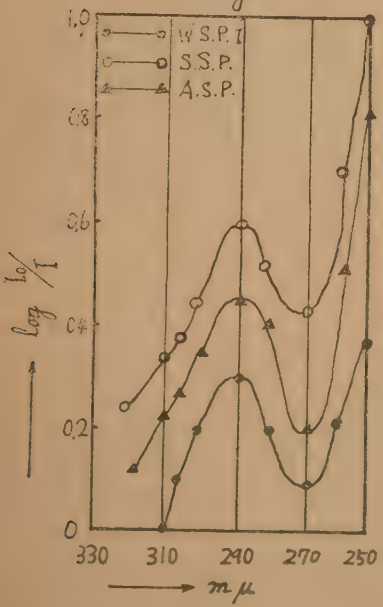
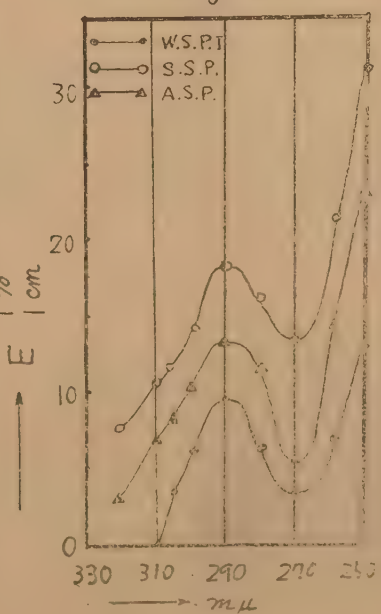


Fig. 5



以上 3 種の蛋白溶液について $\log I/I_0$ 曲線を描いたものが第 4 圖である。之より $E^{1\%}_{1cm}$ 吸光係數曲線に換算したものが第 5 圖である。

第7表は之等の曲線に就いて最大吸收並びに最小吸收を示す點の波長及びその點に於ける $E_{1cm}^{1\%}$ 並びに $\triangle E_{1cm}^{1\%}$ を示したものである。

Table 7.

Sample	Point of maximum absorption		Point of minimum absorption		$\triangle E_{1cm}^{1\%}$
	λ (mu)	$E_{1cm}^{1\%}$	λ (mu)	$E_{1cm}^{1\%}$	
W. S. P. I	290	9.9999	270	3.3333	6.6666
S. S. P.	290	18.8676	270	13.8362	5.0314
A. S. P.	290	13.2349	270	5.8822	7.3527

以上より最大吸收並びに最小吸收を示す點の波長は何れも290mu及び270muにあつたが、吸收の最大點並びに最小點に於ける $E_{1cm}^{1\%}$ の値は夫々 9.99～18.86 及び 3.33～13.83 の如くに相違している。而して $E_{1cm}^{1\%}max-E_{1cm}^{1\%}min.=\triangle E_{1cm}^{1\%}$ の値は塩類可溶性蛋白、水溶性蛋白Ⅰ、アルカリ可溶性蛋白の順に大となることを認めたのである。

更に又 Holiday[5] が1936年に提出した次式に從い供試蛋白中のチロシン及びトリプトフアンの含量を算出すれば第8表の如くである。

$$M_1 = 1.0\ E_{305} - 0.092E_{280}$$

$$M_2 = 0.21\ E_{280} - 0.288E_{305}$$

Table 8.

Sample	amount of protein supplied for experiment (dry matter) %	length of liquid layer cm.	Extinction coefficient converted in 1 cm of liquid layer		Concentration of Tyrosine and Tryptophan		amount in 100 c.c of protein supplied for experiment mg. $M_1 \times 181$ $M_2 \times 204$		% of dry matter	
			305 mu	280 mu	M_1	M_2	Tyrosine	Tryptophan	Tyrosine	Tryptophan
W.S.P.I	0.0150	2	0.05	0.10	0.04080×10^{-3}	0.0066×10^{-3}	0.73848	0.13464	4.92	0.89
S. S. P.	0.0159	2	0.19	0.27	0.16516×10^{-3}	0.00198×10^{-3}	2.98939	0.040392	18.80	0.25
A. S. P.	0.0170	2	0.14	0.20	0.12160×10^{-3}	0.00168×10^{-3}	2.20096	0.034272	12.94	0.20

以上より「アナアヲサ」より分別調製された蛋白中のチロシン並びにトリプトフアンの含量は夫々 4.9～18.8% 及び 0.2～0.8% にあることがわかる。尙海藻蛋白中のチロシン含量が大なることは海藻中に比較的多量に含まれる沃素の存在と關聯して極めて興味ある事實であるが、この點に關しては今後更に究明してみたいと考えている。

4 要 約

(1) 「アナアヲサ」の成分を定量した結果によると「アナアヲサ」は他の藻類に比し窒素を比較的多く含み粗蛋白量（無水物）にして 31.55% 含有することを認めた。

(2) 「アナアヲサ」の溶媒（NaCl, NaOH）に對する溶解抽出現象を實驗せる結果によると、全窒素の 1/2 が水に可溶性窒素にして NaCl, NaOH には共に稀釋溶液に於ては溶解度は減少するが、0.1N より濃度が增大するにつれて却つて溶解度は次第に增加した。故に「アナアヲサ」より蛋白質を分別調製するには溶媒（NaCl, NaOH）の濃度は 0.5～1.0N が適當であることを知つた。

(3) 「アナアヲサ」より蛋白質を分別調製し熱塩酸中にて水解したる後各種形態の窒素を定量した。その結果によると塩基態窒素が熱塩酸可溶態窒素の 16～19%、モノアミノ態窒素が 60～70% な

ることを知り、又塩基態窒素の半量以上のものがアルギニン態窒素なることを確めた。

(4) 「アナアヲサ」粉末を水解したる後同じく各種形態の窒素を定量し全窒素の約96%が水解により可溶性の形となり、その可溶性窒素の 7.8% がアンモニア態窒素、3.0% がヒユーミン態窒素、18.9% が塩基態窒素、54.7% がモノアミノ態窒素なることを認めた。而してこの場合にも又塩基態窒素の半量以上のものがアルギニン態窒素なることを確めた。

(5) 「アナアヲサ」分別調製蛋白の等電點を測定した結果によると水溶性蛋白Ⅰ及びⅡ、鹽類可溶性蛋白、アルカリ可溶性蛋白の等電點は pH=4.174, 4.325, 3.909, 3.920 にて等電行爲をなすことを明らかにした。

(6) 「アナアヲサ」分別調製蛋白の吸收スペクトルを測定した結果によると何れも最大吸收並びに最小吸收を示す點の波長は一致していたが、$\triangle E^{1\%}_{1cm}$ の値は塩類可溶性蛋白、水溶性蛋白Ⅰ、アルカリ可溶性蛋白の順に大となることを認めた。

(7) Holiday の提出した式に從い「アナアヲサ」蛋白中のチロシン及びトリプトファンの含量を算出した。その結果によると水溶性蛋白Ⅰ、塩類可溶性蛋白、アルカリ可溶性蛋白中のチロシンの含量は夫々 49.2, 18.80, 12.94% となり、トリプトファンの含量は夫々 0.89, 0.25, 0.20% となることを認めた。

本研究は文部省科學研究費によりて遂行し得たのである。記して文部省に對して謝意を表する。又吸收スペクトル寫眞撮影に當りて種々便宜を與えられた北海道水產試驗場技官駒木成氏に謝意を表する。又終りに臨み本報告の御校閲を賜わつた本學部教授農學博士、醫學博士村田喜一先生に謹みて謝意を表する次第である。

5 文 献

(1) 山 村 (1934): 日水誌、3. (5)
(2) 富士川 (1932): 朝鮮水試報告
(3) 田 所、宇賀神 (1933): 北大海藻研究所報告 1.
(4) 田 所、安 倍、吉 村 (1934): 北大海藻研究所報告 3.
(5) Holiday (1936): Biochem. J., 30, 1795.

(水產科學研究所業績第43號)

グリコーゲンの各種方法に依る定量について

元　廣　輝　重　(水産食品製造學教室)

ESTIMATION OF GLYCOGEN BY VARIOUS METHODS.

Terushige MOTOHIRO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University.)

The writer has estimated the quantities of glycogen in the solutions of glycogen (for example 0.025%, 0.05%, 0.10%) by the Gravimetric method, the Bertraud's and Hagedorn-Jensen's methods. The results obtained by methods as above stated, were compared and discussed with eath other. For the precipitation of glycogen, Simonovits' method was used.

1) In the case of addition of saturated sodium chloride solution, the values of glycogen estimated by Gravimetric method have a loss of 3.25%, of the sample when the concentration of the sample was 0.025%, a loss of 1.32% at 0.05% concentration of the sample, and a loss of 0.45% at 0.10% concentration of the sample respectively. But in the case of non-addition of saturated sodium chloride solution, the results showed the rate of the loss of 3.64% at 0.025% concentration of the solution of the sample, 1.32% at 0.05% conc., and 0.74% at 0.10 % conc. respectively. The results by the addition of saturated sodium chioride solution showed less loss than the result without the addition of saturated sodium chloride solution.
The greater the concentration of the sample, the lower was the loss according to the gravimetric method.

2) The results of the estimation of glycogen by Bertraud's method shows that the rate of increase obtained is 0.04% at 0.05% concentration of the sample and the rate of loss is 0.07% at 0.10% concentration respectively.

The distribution of these errors are 2.54% at 0.05% concentration of the sample and 1.0 % at 0.10% concentration of the sample.

3) The results of the estimation of glycogen by Hagedorn-Jensen's method shows that the rate of loss is 0.19% at 0.025% concentration of the sample and the rate of loss is 0.07% at 0.10% concentration of the sample.

There was little error in low concentration and in high concentration of the sample, and the accuracy of this method was very high.

4) From those facts, the writer has recognized that Hagedorn-Jensen's method was more suitable than the Gravimetric and Bertraud's methods for the estimation of glycogen from the low concentration to high concentration of the sample. Gravimetric method is next best to the Hagedorn-Jensen's method, and the Bertraud's method is the least accurate.

In proportion to the increase in the concentration of the sample, the rate of the loss of the sample obtained in the gravimetric method decreased.

1 緒 言

従來グリコーゲンの定量法には Pflüger[1] の macro 法があり Sahyun[2] によつて micro 法にまで應用せられたが、此の方法はグリコーゲンを吸着沈澱させるのに動物炭を使用するために沈澱の損失を來し、實驗値として可成り低い値しか得られないことを Simonovits[3] によつて認められた。而して Simonovits は組織を濃苛性カリ中で煮沸溶解し、次いで食鹽と酒精を以てグリコーゲンを沈澱せしめた。又 Th. v. Brand[4] は鹽酸で溶解せしめ、アルカリ及び酒精に依つてグリコーゲンを沈澱させる方法を考案した。又 S. Seifter[5] 等は anthrone を用い比色法によりてグリコーゲンの定量を行つている。生成したグリコーゲンは之を再三同一操作を反覆することにより精製し最後に鑛酸を以て加水分解しグリコーゲンを葡萄糖に變化せしめ、この糖の量を各種方法により定量する。

而して糖の定量法としては Soxhelt 法、Bertrand 法、Lane-Eynon 法、Munson-Walker 法、Schoar-Rengenbogen 法、Hagedorn-Jensen 法、Povy 法、Kolthoff 法、Bogert-Kolthoff 等の容量法があり又 Allihn 法、Munson-Walker 法、Herzfeld 法等の重量法があげられるが著者は此の中一般に廣く用いられる Bertrand[12] 及び Hagedorn-Jensen[9),10),11)] の方法により糖の量を求め、又直接に酒精に依つて沈澱したグリコーゲンを秤量して定量を行う重量法[12] の 3方法を比較したのでその結果についてこゝに報告する。

2 實 驗 の 部

(1) 試料の調製

精製せるグリコーゲンを 90°C の水浴乾燥器中において 5時間乾燥し、このもの一定量を正確に秤量して溫湯に溶解せしめ一定量に稀釋して約 0.5% の溶液としたものを試料に供した。

(2) 重量法に依るグリコーゲンの定量結果並びにその考察

グリコーゲンを沈澱せしめるには Simonovits 法によつた 即ち上記の試料 5c.c. に 96% アルコール 15c.c., 飽和食塩水 2c.c., 60% 苛性カリ液 5c.c. を 3本宛 50c.c. 容の硬質遠心沈澱管に採りグリコーゲンを沈澱せしめ、後 30 分間遠心沈澱器 (3500 r. p. m) にかけてグリコーゲンを沈澱管底部に固着せしめ傾斜法により上澄液を去り、再び同一操作を繰返して後稍め秤量してあるグーチ坩堝に沈澱を移しアルコールで洗滌し、95°C乾燥器内に於いて約 3時間乾燥し乾燥後デシケーター中に放冷し秤量して沈澱の恒量値を常法により求めた。その結果は第 1表の如くである。

Table 1. Analytical results of Glycogen by Gravimetric method
(Added with satulated NaCl sol.)

Concentration (%)		Exp. results (gm) A	Theoretical results (gm) B.	B−A	B−A/B×100.
0.025	I	0.0249	0.02584	−0.00094	−3.67
	II	0.0252	0.02584	−0.00064	2.48
	III	0.0250	0.02584	−0.00084	−3.25
	Average	0.0250	0.02584	−0.00084	−3.25
0.05	I	0.0508	0.05168	−0.00088	−1.70
	II	0.0510	0.05168	−0.00068	−1.32
	III	0.0512	0.05168	−0.00048	−0.93
	Average	0.0510	0.05168	−0.00068	−0.32
0.10	I	0.1028	0.10336	−0.00056	−0.54
	II	0.1028	0.10336	−0.00056	−0.54
	III	0.1030	0.10336	−0.00036	−0.35
	Average	0.1029	0.10336	−0.00046	−0.45

〔註〕 損失百分率 (B − A)B/100 の數値の一は理論値より小なることを示す。

第1表よりみるに濃度0.05%の場合は理論値0.02584gm に對して 0.0249～0.0252gmであり相當量の減少を示している。今實驗値及び理論値の差即ち沈澱の損失量を理論値で除した損失百分率をみれば、約 3% 前後である。又 0.05% 濃度の供試溶液に於いては理論値 0.05163gm に對して 0.0508～0.0512gm であつてその損失百分率は約 1.3% である。0.10% の供試液に就いても理論値 0.10336gm に對して實測値は 0.1028～0.1030gm でありその損失百分率は約 0.5% である。此の三者を比較した場合、實驗操作中に於ける沈澱の損失は各溶液に就いて大體同一である。それ故高濃度になるにつれ損失百分率は減少する。0.025% 濃度の溶液中損失率が約3% もあることはグリコーゲンの定量法としては決して好ましいものとは思はれず、又 0.05%濃度の場合に就いても同樣である。0.10% の場合は損失率は 0.45% であるから可成り良好なのであるが、之も許容誤差（0.2%）の範圍を超過して居り、グリコーゲンの定量としては重量法は不適當であるか、若しくは0.10%より以上の濃度を有する試料に就いて適用しなければならないと考えられる。

次に Galachowa[6] 及び Gentin[7] 等はグリコーゲンの定量に當つて食塩水及び硫酸カリ等の塩類添加の影響を檢しているが著者も全然飽和食塩水を添加せぬ場合のグリコーゲンの沈澱の狀態を檢し重量法に依つて定量した。その結果は第2表の如くである。

Table 2. Analytical results of Glycogen by Gravimeteric method
(Added with no NaCl sol.)

Concentration (%)		Exp. results (gm) A	Theoretical results (gm) B.	A−B	A−B/B×100.
0.025	Ⅰ	0.0250	0.02584	−0.00084	−3.25
	Ⅱ	0.0248	0.02584	−0.00104	−4.02
	Ⅲ	0.0248	0.02584	−0.00104	−4.02
	Average	0.0249	0.02584	−0.00094	−3.64
0.05	Ⅰ	0.0506	0.05168	−0.00008	−2.09
	Ⅱ	0.0508	0.05168	−0.00088	−1.70
	Ⅲ	0.0509	0.05168	−0.00078	−1.51
	Average	0.0508	0.05168	−0.00088	−1.70
0.10	Ⅰ	0.1026	0.01336	−0.00076	−0.74
	Ⅱ	0.1025	0.01336	−0.00086	−0.83
	Ⅲ	0.1026	0.01336	−0.00076	−0.74
	Average	0.1026	0.01336	−0.00076	−0.74

但しーは理論値より小なることを示す。

第2表をみるに濃度 0.025% の場合は理論値 0.02584gm に對して實測値は 0.0248～0.0250gm であり、平均損失率は3.64% である。又0.05% の場合は理論値 0.05168gm に對して 0.0506～0.050gm であり、平均損失率は1.70% である。0.10% の濃度の溶液に於いては理論値 0.10336gm に對して實測値は 0.1025～0.1026gm であり平均損失率は0.74% である。飽和食塩水を添加しない場合に於いても添加時と同樣略々同量の損失量を示しているが、食塩水添加の方が若干多量に沈澱することが認められ、從つて損失率も第2表にみる如く增加している。

即ち第1表及び第2表を比較してみるに稀薄溶液 0.025% のものにあつては飽和食塩水を添加した時の方が不添加時に比べて平均損失率は 0.39% 增加している。又 0.05% の溶液では 0.38%、0.10% に於いては同樣に前者は 0.29% 後者より增加している。之等より明かな如く低濃度より高濃度になるにつれて平均損失率は增加し、その範圍は 0.1% であり飽和食塩水を添加しない場合にあつては添加したものに比べて高濃度になるにつれて兩者の損失率の差が增加する。又逆に低濃度に於いては兩者の差が減少することが判つた。

（3） Bertrand 法によるグリコーゲンの定量及びその考察

此の方法は重量法の場合と同じくSimonovits法によつてグリコーゲンを沈澱させ、その後2N-H_2SO_4

を添加し錫箔を以つて容器の口を覆い重湯煎中に2時間浸漬し、放置して加水分解を行い、冷却して2N-NaOH で中和してメスフラスコに移して一定量となし、此の溶液を使用して糖の分析を實施した。即ち20c.c. の Fehling solution A液（$CuSO_4$溶液）と20c.c. の B 液（Rochelle Salt 溶液）を加え、その混合液をアスベスト付金網上で加熱し3分間正確に沸騰した後、靜置して酸化銅を沈澱せしめ上澄液をアリン管を用い傾斜し、次いでフラスコ中の沈澱に水を加え洗滌し、その洗液をアリン管中に傾斜して吸引濾過する。洗滌後フラスコ及びアリン管中に附着している亞酸化銅の沈澱を溶解するために20c.c. の酸性硫酸第二鐵溶液をアリン管中に加え石綿上に沈積している亞酸化銅を溶解せしめる。この操作を反覆し最後にこの溶解液を $KMnO_4$（D液）の1滴で微紅色となるまで滴定する。その結果は第3表の如くである。

Table 3. Analytical results of Glycogen by Bertrand's method

Concentration (%)		Exp. results (gm) A	Theoretical results (gm) B.	A−B	A−B/B×100.
0.05	I	0.05077	0.05168	−0.00091	−1.76
	II	0.05260	0.05168	+0.00092	+1.78
	III	0.05174	0.05168	+0.00006	+0.12
	Average	0.05170	0.05168	+0.00002	+0.04
0.10	I	0.10342	0.10336	+0.00006	+0.06
	II	0.10248	0.10336	−0.00088	−0.85
	III	0.10233	0.10336	−0.00103	−1.00
	Average	0.10274	0.10336	−0.00072	−0.70

〔註〕 +は理論値より大なることを示す。

第3表をみるに0.05%の濃度の供試液にあつては、第1回目の實驗では1.76%の損失率を示し、第2回目の實驗では1.78% の增加率を、又第3回目の實驗では0.12%の增加率を示した。之等3回の結果を平均すれば實驗値は 0.05170gm となり理論値 0.10336gm に對して 0.00002gm の增加であつて0.04% の增加率を示している。此の平均より見た結果は相當に良い値であるが、分布の狀態を檢討してみると 0.00183gm の相差があり 3.54% ものひろがりを有している。このことは Bertrand 法自身が既に多くの研究により指摘された如く、實驗的に非常に多くの條件を持つて居り、從つて誤差の生じ易いことに起因するものであり、例えば時間的變化に伴う亞酸化銅の生成量の相違等があげられるが、0.05% 程度の濃度の溶液に於いてグリコーゲンの定量法として Bertrand 法を使用することは適當でないと思はれる。又 0.10%の濃度を有する溶液に就いての實驗結果は第1回目に於いては增加率は 0.05% である。又第2回目は 0.85% の損失率を示し、第3回目は 1.00% の損失率である。之等3回の實驗の平均をとれば理論値 0.10336gm に對して實驗値0.10274gm を得、その損失量は 0.00072gm であつて損失率は 0.70% となつた。此の濃度に於ける誤差の分布をみるに 0.00109gm で 1.06% である。而して 0.05%及び 0.10%の濃度をもつ溶液に就いて誤差の範圍よりみた場合 Bertrand 法は高濃度の方が低濃度よりも著しくその範圍を狹少にしているから一般的に低濃度より高濃度になるに從つて理論値に接近するものと思はれる。然し乍ら以上の結果よりしても 0.10% 程度の濃度に於いては Bertrand 法もグリコーゲンの定量にはさして有効な方法であるとは思はれない。

（4） Hagedorn-Jensen 法によるグリコーゲンの定量及びその考察

Bang[9] の方法は今迄廣く用いられて生物體內に於ける糖の代謝研究等に大いに貢獻をなしたが、之等の方法を詳細に檢討すると尙幾多の缺陷を有していることが判明した。アルカリ性銅溶液が糖に依つて還元せられて生成する亞酸化銅を一定量の沃素酸の過剩を定量するに際して空氣中の酸素による酸化作用を防止するために蒸氣で煮沸しながら硫酸を注加する。此の際先に糖浸出液として使用し

た鹽化カリが多量に存在している故、同時に塩酸が生成する。此のものが高溫度に於いては殘存する沃素酸カリを分解することは容易に證明せられ、これに伴う誤差は加熱時間の長い程顯著である。而して其の誤差が僅少であつても是等の實驗上に於ける理論的缺陷は看過し難い。[9),10),11)]

Hagedorn–Jensen の方法は糖の還元性を利用すること及び最後に沃度滴度法に依る點は Bang法と變りないが、一度糖によつて還元されてしまえば空氣中に放置してあつても酸化することのない赤血塩を使用するものである。即ち $K_3Fe(CN)_6$ の既知量とアルカリ溶液中に於いて糖と共に加熱すれば其の一部は糖が存在する限り還元されて黄血塩となる。過剰の Ferri–ion は醋酸酸性溶液中に於いて沃度滴定法により定量することが出來る故、其の差によつて葡萄糖の量を知り得るのである。

$$2K_3Fe(CN)_6+2KI=2K_4Fe(CN)_6+I_2$$

而して之等の反應を定量的に進行せしめる爲めに硫酸亞鉛を加え、$K_4Fe(CN)_6$ を $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ として沈澱せしめる。

$$2K_4Fe(CN)_6+3ZnSO_4=3K_2SO_4+K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$$

又硫酸亞鉛の添加によつて滴度滴定法に支障を來すことはなく、この際生ずる黄血塩の黄色がend-poin を不明瞭にすることはない。

$$3H_2SO_4+KIO_3+5KI=3H_2O+3K_2SO_4+3I_2$$

$$I_2+2Na_2S_2O_3=2NaI+Na_2S_4O_6$$

以上の原理に從い定量した結果を示せば第4表の如くである。

Table 4. Analytical results of Glycogen by Hagedorn–Jensen's method.

Concentration (%)		Exp. results (gm) A	Theoretical results (gm) B.	A−B	A−B/B×100.
0.025	I	0.02577	0.02584	−0.00007	−0.27
	II	0.02579	0.02584	−0.00005	−0.19
	III	0.02580	0.02584	−0.00004	−0.11
	Average	0.02579	0.02584	−0.00005	−0.19
0.10	I	0.10330	0.10336	−0.00006	−0.06
	II	0.10330	0.10336	−0.00006	−0.06
	III	0.10325	0.10336	−0.00011	−0.11
	Average	0.10329	0.10336	−0.00007	−0.07

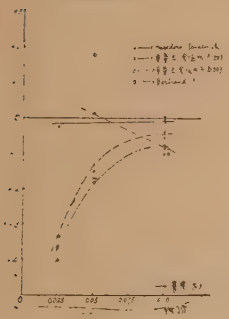
第4表よりみるに 0.025% の濃度を有する溶液に就いては第1回目は 0.7% の損失率であり、第2回目の實驗に於いては 0.19% の損失率を示し、更に第3回目に於いて損失率は 0.11% であつた。之等3回の實驗を平均すると理論値 0.02584gm に對して實驗は 0.02579gm であり平均損失量は 0.00006gm で損失率は 0.19% であつた。又 0.10% の濃度を有する場合の實驗結果は第1回目にあつては損失率は 0.06% であつた。

第2回目の實驗に於いても第1回目と全く同樣な結果を收めた。第3回目の實驗は若干增加し 0.11% の損失率となつている。之等の平均をとつてみると理論値 0.10336gm に對して實驗値は 0.10329gm で損失量は 0.00007gm であり、損失率は 0.07% であつた。又誤差の分布よりみると 0.025% の溶液にあつては 0.6% であり、0.10% の溶液では 0.05% に過ぎない。而して濃度の變化による實驗誤差の範圍も極めて狹少であることより、容量法によるグリコーゲンの定量には Hagedorn-Jensen 法が適當であると思はれる。

（5） 各種方法に依るグリコーゲンの定量結果並に比較

以上の如き定量結果より得られた損失率（又は增加率）の濃度による變化を次の第1圖に示したがこれより明らかな如く濃度による增加率の變化の最も少ないものは Hagedorn–Jensen 法であり、次

Fig. 1 Relation between the concentration of glycogen and the loss by various methods.



いで重量法、Bertrand 法の順となつている。これを同一濃度の場合につき比較してみれば、0.025% の濃度を有する供試液に就いては重量法の場合、飽和食鹽水を添加したものは 3.25% の損失、飽和食鹽水を添加しない時は 3.64% の損失、又 Hagedorn-Jensen 法の場合には 0.19% の損失であつて 3.45% 前後の相違が認められ、後者の方がはるかに優れていることが判明する。0.05% の濃度を有する供試液の場合は重量法で飽和食塩水を添加した時は 1.32%、飽和食塩水を添加しない場合は 1.70% の損失、Bertrand 法では 0.04% の増加を認めたが、3 回の實驗の結果の損失率の差からみれば前 2 者が 0.48～0.77% であるに反し、後者は 2.54% であり、此の事は Bertrand 法が實驗操作上頗る不定な結果を與えることが判る。然し乍ら兩者共に此の濃度に於けるグリコーゲン定量の場合、適當な方法であるとは思はれない。0.10% の濃度に於ける場合は飽和食塩水を添加したものの重量法は 0.45%、添加しない時は 0.74% の減少、Bertrand 法では 0.70% の減少、Hagedorn-Jensen 法では 0.07% の減少となつている。而して 0.10% の濃度に於いても Hagedorn-Jensen 法が最も正確であり、重量法及び Bertrand 法の順となつている。又高濃度になるに從つてグリコーゲンの沈澱も多量に析出する故、重量法も比較的誤差が少なくなることが認められる。

3 要 約

以上を要約すれば次の如くなる。

0.025%、0.05%、0.10% の濃度を有するグリコーゲン溶液の試料について重量法、Bertrand 法、及び Hagedorn-Jensen の方法によりグリコーゲンの定量を行い、その結果を比較檢討した。グリコーゲンの沈澱生成には Simonovits の方法によつた。

(1) 重量法によるグリコーゲンの定量を行つた結果、飽和食鹽水を添加したものは 0.025% の濃度では 3.25%、0.05% の濃度では 1.32%、0.10% の濃度では 0.45% の損失率を示し、飽和食鹽水を添加せぬものは 0.025% の濃度では 3.64%、0.05% の濃度では 1.70%、0.10% の濃度では 0.74% の損失率を示した。而して飽和食塩水を添加したものは添加せぬものよりよい結果を收めた。又試料の低濃度より高濃度になるに從つて損失率が減少するのを認めた。

(2) Bertrand 法によりグリコーゲンの定量を行つた結果、0.05% の濃度では 0.04% の增加、0.10% の濃度では 0.70% の損失を認めた。又その誤差の分布狀態を檢した結果は 0.05% 濃度では 2.54%、0.10% の濃度では 1.06% であり、極めて不定な結果が得られた。

(3) Hagedorn-Jensen 法による場合は 0.025% の濃度では 0.19%、0.10% の濃度では 0.07% の損失率を示し、低濃度及び高濃度に依る誤差は左程認められず、又正確度も高いことを認めた。

(4) 以上の結果を比較して各濃度を通じて Hagedorn-Jensen 法がグリコーゲン定量に際して最も適當な方法であり、次いで重量法及び Bertrand 法の順となり、又重量法は高濃度になれば可成り正確度を增加することを認めた。

終に臨み本實驗を遂行するに當り、終始御懇篤なる御指導を賜つた本學部谷川教授、水專秋場助教授、並びに研究室諸氏に對し深甚の謝意を表する。

にその影響最大なるは dt によるものである。例へば Z が 55°, l が 10' なる場合 10 秒間の高度變化は 2' にも達するのである。從つて觀測間隙が如何に僅小なりと雖も等閑に附することなく必ず考慮しなければならないと思ふ。dL は針路速力により dE は dt によるのであつて特に高速船觀測間隙の大なる場合に考慮の要大なるものであるが dE による da は月以外の天體に於ては省略するも何等差支ないと思ふ。

以上述べた各要素を求め各觀測高度に修正することにより完全に同一時刻によるものが得らるゝ譯である。同一天體の連測に於てその修正値は完全に一致する筈であるが、各觀測時の狀況により多少の差あるは免れ得ないところであつて各値を同等に確らしいとの假定の許にその相加平均値を以て所要高度とするのである。この比較により自己の觀測技術の程度が數量的に明らかにされ、又斯くすることにより時刻或は六分儀讀取の誤謬も直に檢出され好便なりと考へる。

又二以上の天體觀測の場合、この修正により同一時刻に同一場所に於ける觀測値が得られ、從つて精度の高き位置の線が得られる故決定船位も亦良好なる精度を保有するものと考へられる。

以上修正値の計算を悉く圖表に依りたるは觀測間隙が小なる爲盡くべき範圍が非常に小である故修正に必要にして且つ十分なる程度の精度は十分保持出來るものと考へ又他の一つは煩雜の勞を可及的輕減するためである。

Table 1.

C. T.	obs. alt.
10h 15m 30s	29° 21′
10h 16m 00s	29° 16′
10h 16m 30s	29° 12′
10h 17m 00s	29° 06′
10h 17m 30s	29° 00′

次に一例をあげ他の整理法と比較して見たいと思ふ。

5月14日 Capella を連測し次の結果を得たり。

但し 10h 15m 30s に於ける推測位置は $\begin{cases} 34° & 20'N \\ 134° & 00'E \end{cases}$

天體方位は S52°W、本船の針路 N80°E、速力18節とす。

(1) 本法による法

隔時觀測による値を 10h 15m 30s なる時刻に引直せば第2表の如くである。

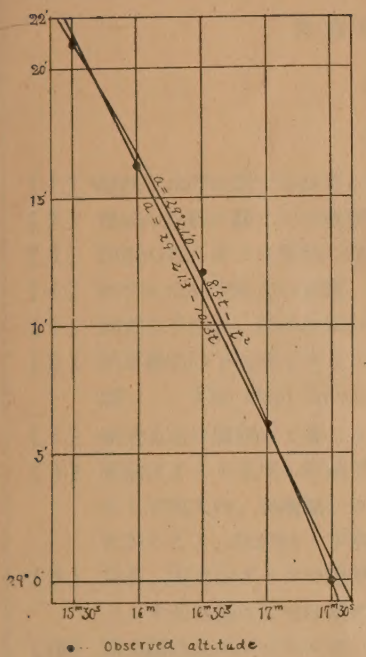
Table 2.

	cosl. sin A. dh による △a		cos. A. dl による△a	修正値
	△tによる	△Lによる		
29° 21′	0	0	0	29° 21′
29° 16′	4.9	0.1	0	29° 21′
29° 12′	9.8	0.2	0	29° 22′
29° 6′	14.7	0.3	0	29° 21′
29° 0′	19.6	0.5	0	29° 20′1
	—	—	—	mean 29° 21′0

(2) 實驗式 graph による法

獨立變數と從屬變數との間の關係を觀測の結果から求め、それを x, y の座標を以て圖示すれば觀測回數と同じ數の點が得られ、それ等の點を滑らかな曲線で接續すればよいのであるが觀測誤差のために、これ等の點は概して種々に分散するものであるからたゞ漫然とは滑らかな曲線を得ることは望み得ない。觀測の誤差を消すためにそれ等の點の間を縫つて平均曲線なるものを引くのであるがそれも無數の形に引き得るので何れが正しい曲線であるかゞ明確でなく殊に觀測回數の少い場合には不明確さが甚しい。そこで平均曲線なるものゝ大體の形を推定して適當な方程式を假定す。本題の場合、時間の經過による高度の變化の方程式は代數函數型なること容易に考へられ、而も略々直線狀の排列若しくは二次の拋物線排列をなすことの見當はたやすくつくのでその實驗式並びに graph を畫いて見る。先づ假定された代數式を $a=a_0+nt$ とし夫々の a, t を代入した5個の方程式より a_0, n を求むることにより $a=29°21.'3-10.3't$ (tの單位は分) なる實驗式を得。t=0 即ち C. T. が 10h 15m 30s なるときの alt. は 29°21.'3 となる。又 $a=a_0+nt+mt^2$ なる代數式を假定し、a_0, n, m を求むることにより $a=29°21.'0-8.'5t-t^2$ なる實驗式を得。之等を graph に畫いて見ると第1圖の樣になる。斯く方程式を假定することにより實驗

Fig.1



式が得られ從つて graph が畫かれる譯である。依つてこの實驗式或は graph により一天體の連測値は整理され二以上の天體の隔時觀測は同時觀測に引直される。この方法に於て容易に平均曲線が引き得れば極めて簡單な整理法と言ひ得るも何しろ無數に引きうるものゝ中正しき一を擇ぶことは困難にして、それではと一々實驗式を作成して居つたのでは正に過重と言はざるを得ない。

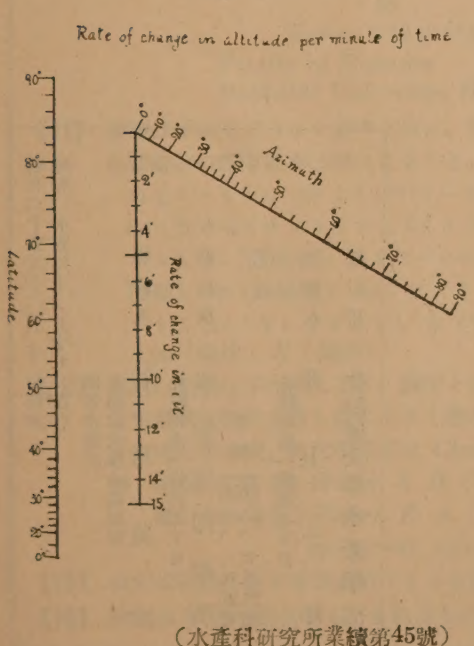
〔3〕 最小自乘法に依る處理

先づ時間の經過と高度の變化を直線式と假定し $a=a_0+At$ に觀測によつて得られたる夫々の値を代入し、その5個の觀測方程式を處理して見ると $a=29°21.'4-10.'4t$ を得る。次に二次拋物線式を假定して處理すると $a=29°20.'8-8.'1t-1.'1t^2$ を得る。こゝに各觀測値は同等に確らしい即ち荷重を1として取扱つた。而して此の方法も亦處理手續煩雜にして海上觀測の整理法としては實用に遠い感がある。

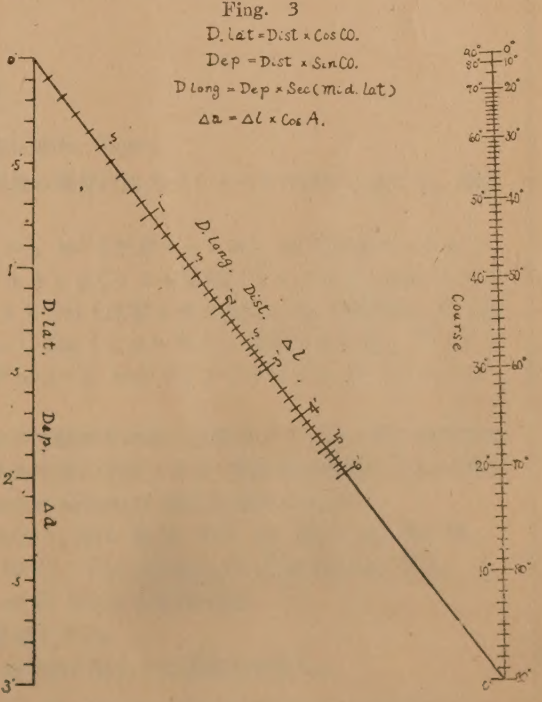
以上一般の場合の連測値の整理法及び二以上の天體の僅小なる間隙を有する隔時觀測の同時觀測への引直法を比較し、その內最も簡便、良好なるは〔1〕法であるということが云ひ得る。又〔1〕法に於て ∫dl, dL; cosAdl;cosl. sinA. dh の算出は計算圖表を利用するのが簡單にして實用的であると考へる。

次にその圖表を揭げて置く。

Fig. 2



Fing. 3



（水產科研究所業績第45號）

昭和二十五年十二月十日印刷
昭和二十五年十二月十五日發行

函館市港町
北海道大學水產學部
編輯人　谷川英一

札幌市南一條西七丁目
印刷所　文昭堂印刷所
電話　(2)三、二八五番
(3)一、六八九番

札幌市南一條西七丁目
印刷人　井上三郎

發行所　北海道大學水產學部

北海道大學水產學部研究彙報

投稿規定

（年4回4, 7, 10, 1月發行豫定）

【1】 原稿は水產に關する研究、調査、報文の原著とする。

【2】 寄稿の揭載に關しては編輯委員會で決定する。

【3】 印刷の都合により原稿の短縮又は分載は編輯委員會に一任のこと。

【4】 邦文には必ず歐文の表題、著者名、要旨を添える。要旨はタイプライターを用いる。

【5】 邦文は平かな、新かな使いとし、歐語音譯には片かなを用いる。

【6】 歐文學名の下にはイタリツクとする爲め ——— をつける。

例　The sand lance, Ammodytes Personatus, known as sand cel ……

【7】 歐米人名は原語にて書くこと、生物和名は片かなを用いること。

【8】 原稿はインキを用い原稿用紙に横書とし、楷書にて叮寧にかき、字句は原稿用紙の1劃に1字宛入れ、句讀點、カツコには1劃を與える。ハイフエンは區劃の罫線の上に明瞭にかくこと、改行は1字空とする。

【9】 寫眞、表及びグラフの說明は歐文とすること。圖及びグラフは白紙又は青線方眼紙に黑インキ又は墨汁にて叮寧に書くこと。

【10】 歐文題名はキヤピタルで、著者名は姓のみキヤピタルで、その他はそれぞれの語のイニシアルをキヤピタルで打つこと。

例　STUDIES ON THE ……

By

Kazuo YAMADA

Faculty of Fisheries

Hokkaido University, Hakodate, Japan.

【11】 數字はすべてアラビヤ數字を用い、數量の單位はなるべくメートル法によること、單位及び術語の略字は次の例によること。

m（メートル）, cm（センチメートル）, m^2（平方メートル）, m^3（立方メートル）, cc（立方センチメートル）, L（リツトル）, g（グラム）, kg（キログラム）, mg（ミリグラム）, ℃（攝氏度）, %（パーセント）, pH（水素イオン濃度）, bp（沸騰點）, fp（凝固點）, mp（熔融點）, cal（カロリー）, Cal（大カロリー）, Mw（分子量）, V（ヴルオト）, kv（キロヴオルト）, A（アンペア）, mA（ミリアンペア）, W（ワツト）, Atm（氣壓）, N（規定）

【12】 文献の記載は下の例により、脚註とせず原稿の末尾に一括記載するものとす。報文中の文献番號は括弧を附し肩に小さく書き全文通し番號とする。雜誌名は略名による。（邦文は日本化學總覽、歐文雜誌名は Chemical abstracts 規定を參照されたい）

例　雜誌の場合：Haney, E. B. (1941)：Biol. Bull., Vol. 80. No.3. pp. 54. 74.

單行本の場合：Fisher, R. A. (1937)：The Design of Experiment, 1Ed., pp. 31～61. Oliver & Boyd, Edinburgn.

【13】 校正は初校に限り著者が行うことを原則とする。

【14】 別刷は50部を贈呈する。それ以上の希望數に對しては實費を申受く。

BULLETIN

OE THE

FACULTY OF FISHERIES

HOKKAIDO UNIVERSITY

VOL. 1, No.1

CONTENTS

A Preliminary Report of the Study on the Popuration of Oncorhyncus Keta (WALBAUM) (Dog-salmon) and Number of their Segments . . . . . Tatsuro KUBO . . . . (1)

A Report on Oceanographical Observations of the Surface Sea Waters extending between Japan and Antarctic Waling Grounds . . . . Tadashi TAMURA and Jiro SUGIURA . . . . (12)

Studies on the Environmental Conditions of Shellfish-Fields.
1. In the Case of Hakodate Harbour . . . . . Senji TANITA, Kenji KATO and Taizo OKUDA . . . . (18)

Studies on the Denaturation of the Marine Animal Protein.
1. on the Heat-coagulation of water soluble Protein. . . . . Mitsuzo TAKAGI . . . . (28)

Chemical Studies on the Seaweeds.
1. Studies on the Protein of the Sea Lettuce. . . . . Mitsuzo TAKAGI. . . . . (35)

Estimation of Glycogen by various Methods. . . . . Tarushige MOTOHIRO . . . . (44)

On the Treatment of successive oberved Altitudes (1) . . . . . Takashi HIRAIWA . . . . (51)